

Aplicação de ferramentas *Lean* na empresa SNA *EUROPE [Industries] S.A.*

João Eduardo Vaz Pires Ribeiro

Dissertação de Mestrado

Orientador na Feup: Prof. Laura M. M. Ribeiro

Orientador na empresa: Eng. Pedro Azevedo



**Faculdade de Engenharia Universidade do Porto
Mestrado Integrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais**

Outubro 2014

CANDIDATO	João Eduardo Vaz Pires Ribeiro	Código	060508002
Título	Aplicação de ferramentas <i>Lean</i> na empresa SNA Europe [Industries] S.A.		
DATA	Setembro de 2014		
LOCAL	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto - Sala F 103 - 14:30 h		
JÚRI	Presidente	Professor Doutor Luís Filipe Malheiros	DEMM/FEUP
	Arguente	Professor Doutor Maria Antónia de Carravilla	DEGI/FEUP
	Orientador	Professor Doutor Laura Maria Melo Ribeiro	DEMM/FEUP

Aos meus pais

*“Where there is no standard,
There can be no Kaizen.”
Taiichi Ohno*

Resumo

O presente trabalho teve como finalidade a implementação de melhorias no processo de fabrico da empresa *SNA Europe [Industries] SA* com o objetivo de aumentar a produtividade, tendo como base de sustento a filosofia “*lean thinking*”.

Neste sentido, este documento apresenta um enquadramento teórico dos fundamentos *Lean* bem como as principais ferramentas que os suportam. São apresentados e analisados quatro casos de estudo do processo de fabrico de limas, onde as ferramentas *Lean* puderam ser aplicadas, tornando visíveis oportunidades de melhoria capazes de levar a um aumento de produtividade. Nos três primeiros casos, definiram-se novas sequências de operações e estabeleceram-se novos objetivos de produção com base na atualização dos *standards works*. No último caso analisou-se o fluxo de produtos do *FIFO* da picagem, com o objetivo de se eliminar problemas que afetavam a eficiência e eficácia do processo de fabrico. Neste caso, foi possível concluir que, a eliminação do *FIFO* pode levar à eliminação dos problemas identificados. Em todos os casos foi possível identificar oportunidades de melhoria significativas.

Abstract

The present thesis has the purpose of the implementation of continuous improvement in the company SNA Europe [Industries] SA as a goal of the productivity increases, based on the philosophy of “lean thinking”.

In this sense this paper first presents a theoretical framework of Lean fundamentals as well as the main tools that support them. This document presents a theoretical framework for Lean fundamentals as well as the main tools that support them. Are presented and analyzed four cases of study of the manufacture files, which Lean tools could be implemented as well making visible opportunities for improvement that can lead to increased productivity. In the first three cases, were defined new sequences of operations and set up new production targets based on the updating of standard works. In the last case were analyzed the flow of products of FIFO manufacture files, with the goal of eliminating problems which could affect the efficiency and effectiveness of the manufacturing process. In all cases it was possible to identify opportunities for significant improvement.

Agradecimentos

Ao longo da realização deste trabalho, foram várias as pessoas que prestaram o seu contributo, pelo que, não podia deixar de fazer-lhes o respetivo reconhecimento e agradecimento.

Em primeiro lugar agradeço aos meus orientadores, a Professora Laura Ribeiro da Feup e ao António Faria da SNA *Europe [Industries]* SA pela ajuda e empenho em tornar este projeto possível bem como pelo seu acompanhamento durante a sua realização.

Ao Engenheiro Pedro Azevedo pela oportunidade concedida para realizar este projeto na SNA *Europe [Industries]* SA.

A todos os colaboradores da empresa em geral, com particular atenção ao chefe de célula da secção de picagem Luís, aos colaboradores da secção de têmpera José Rosa e Paulo, e ao colaborador da secção de retificação João, pelo passar de conhecimento e ajuda que me deram, bem como pelos bons momentos partilhados.

Finalmente um agradecimento especial a todos que acompanharam este processo, com especial atenção para os meus pais, irmã e amigos.

Índice

1. Introdução	1
1.1 Apresentação da Empresa.....	1
1.2 Caracterização e objetivos do trabalho.....	1
1.3 Temas abordados e sua organização.....	2
2. Enquadramento teórico de conceitos, metodologias e ferramentas <i>Lean</i>	3
2.1 Introdução ao <i>Lean</i>	3
2.2 Princípios <i>Lean</i>	4
2.3 Identificação de desperdício.....	5
2.3.1 Os tipos de desperdício: <i>Muda, mura e muri</i>	6
2.3.2 A técnica dos 5M+Q+S.....	7
2.3.3 Os sete tipos de desperdícios.....	8
2.4 Ferramentas utilizadas no <i>Lean</i>	9
2.4.1 Ferramenta dos cinco S (5S) mais um	10
2.4.2 Mapeamento do fluxo de valor (VSM)	10
2.4.3 Os ciclos de melhoria (<i>Plan-Do-Check-Act</i>) e normalização (<i>Standardize-Do-Check-Act</i>).....	11
2.4.4 Gestão Visual	13
2.4.5 Trabalho padronizado (<i>standard work</i>)	15
3. Análise, definição e aplicação do <i>standard work</i> em duas células de picagem de limas de engenharia.....	18
3.1 Introdução.....	18
3.2 Metodologia utilizada.....	18
3.3 Célula chata de picagem simples 8"-10"	19
3.3.1 Análise e definição da sequência de operações para um operador	21
3.3.1.1 Recolha e análise de tempos	24
3.3.1.2 Definição do <i>standard work</i>	26
3.3.1.3 Conclusões e análise de resultados	28
3.3.2 Análise e definição da sequência de operações para dois operadores	31
3.3.2.1 Registo e análise de tempos	34
3.3.2.2 Definição do <i>standard work</i>	36
3.3.3. Conclusões	37
3.4 Célula chata de picagem simples 6".....	38
3.4.1 Análise e definição da sequência de operações	38
3.4.1.1 Recolha e análise de tempos	40
3.4.1.2 Definição do <i>standard work</i>	41

3.4.2 Conclusões e análise de resultados	43
4. Análise, definição e aplicação do <i>standard work</i> nas células de têmpera de limas de engenharia.....	45
4.1 Introdução.....	45
4.2 Célula de têmpera MFF2	45
4.2.1 Análise e definição da sequência de operações	45
4.2.2 Recolha e análise de tempos	47
4.3.3 Definição do <i>standard work</i>	48
4.3.4 Proposta de uma nova sequência de operações	48
5. Análise do <i>FIFO</i> (<i>first in - first out</i>) no processo de fabrico	51
5.1 Fluxo de produtos	51
5.2 Proposta de melhoria	52
6. Conclusões.....	55
7. Bibliografia	56
Anexo A	57
Anexo B	58
Anexo C	60
Anexo D	62
Anexo E.....	64
Anexo F.....	66

1. Introdução

1.1 Apresentação da Empresa

A SNA Europe [Industries] SA, com mais de 160 anos de história, é uma das empresas líderes de mercado na produção e distribuição de ferramentas manuais para todo o tipo de indústria em geral. Expandida por toda a Europa a nível de produção, desde Escandinávia a Portugal, e por todo globo a nível de vendas, desde o Chile até à Nova Zelândia, distingue-se da concorrência por aspetos como a performance e a ergonomia do produto.

A unidade de produção em Portugal, localizada em Vila do Conde, conta com mais de 40 anos de atividade. Sendo especialista na produção de limas e serrotes de arco, é líder de mercado de ambos os produtos. Mais recentemente foi adicionada uma linha de produção, de serras de carpinteiro. Assentando numa visão de “ser o parceiro de excelência na indústria das ferramentas” e numa cultura de melhoria contínua, em 2003 iniciaram o seu projeto de conversão para *Lean Manufacturing*, tornando-se uma referência para as restantes fábricas do grupo, apresentando um ganho de produtividade na ordem dos 30% por ano [1].

1.2 Caracterização e objetivos do trabalho

O trabalho de dissertação teve como objetivo a melhoria de produtividade em várias células de trabalho, tendo como base a aplicação de ferramentas *Lean*, com especial ênfase na definição e atualização do *standard work*¹, uma vez que o mesmo já se encontrava desatualizado, por alterações quer do *layout* das máquinas ao nível das células de trabalho quer da sequência de operações. Este trabalho inseriu-se num projeto global da empresa, que recentemente havia sofrido alterações profundas a nível de layout de praticamente toda a fábrica, pelo que após essa transformação vários outros projetos interligados seriam desencadeados, entre os quais o que aqui será apresentado.

¹ *Standard work* - Método eficiente para produzir um produto (ou serviço) através da divisão de um processo em operações, sequenciais, organizadas, permitindo atingir a cadência desejada com um fluxo balanceado [2].

1.3 Temas abordados e sua organização

Para além deste capítulo introdutório e de contextualização do trabalho realizado, esta dissertação é constituída por mais cinco capítulos:

- Capítulo 2 - Enquadramento teórico de conceitos e metodologias *Lean* - apresenta os fundamentos teóricos e ferramentas *Lean* que servem de sustentação à metodologia utilizada;
- Capítulo 3 - Análise, definição e aplicação do *standard work* em duas células de trabalho de picagem de limas de engenharia; é realizada uma análise a duas células de picagem, com o propósito de se estabelecerem novos objetivos de produção e atualizar o *standard work*.
- Capítulo 4 - Análise, definição e aplicação do *standard work* nas células de trabalho de têmpera de limas de engenharia; é realizada uma análise a quatro células de têmpera, com o propósito de se estabelecerem novos objetivos de produção e atualizar o *standard work*.
- Capítulo 5 - Análise do *FIFO*² (*first in first out*) no processo de fabrico; é realizada uma análise ao *FIFO* com o propósito de eliminar os problemas identificados.
- Capítulo 6 - Conclusões - apresenta as conclusões gerais do trabalho realizado.

² *FIFO* - Método de rotação de inventário que assegura que o *stock* mais antigo é usado antes do *stock* mais recente [2].

2. Enquadramento teórico de conceitos, metodologias e ferramentas *Lean*

2.1 Introdução ao *Lean*

No início do século XX, *Henry Ford*, fundador da *Ford Motor Company*, tinha a ideia e visão de criar um automóvel para a grande generalidade das pessoas tendo como objetivo a produção de automóveis em série no menor tempo possível e com o menor custo. O automóvel teria que ser simples, barato e de fácil reparação, de forma a que qualquer pessoa pudesse conduzir e fazer a sua manutenção. Baseando-se numa metodologia de trabalho repetitivo, através da disposição dos operários ao longo de uma linha de produção em que cada um deles trabalha apenas numa determinada tarefa em vez de trabalhar num conjunto de tarefas, conseguiu alcançar um enorme sucesso e, conseqüentemente, a contratação de novos trabalhadores, tornou-se imprescindível resultando num enorme volume de vendas e na maior empresa automobilista da altura [3]. Porém a falta de flexibilidade, fruto da metodologia criada e respetivos resultados, fizeram com que ignorassem outros aspetos importantes. Assim, anos mais tarde, começou-se a registar um declínio das vendas, consequência da sua visão obsessiva pelas vendas, ignorando fatores como o conforto, elegância e inovação. A variedade era o que se queria, algo que outras marcas já haviam conseguido e a *Ford* não tinha para oferecer. Após isto e não podendo ignorar os resultados obtidos, apesar do lançamento de novos modelos, a marca nunca mais voltaria ao sucesso outrora alcançado [3].

“It is not the strongest nor the most intelligent of the species that survives, but the one that is most adaptable to change.” Charles Darwin

Em 1941, após fusão com outra empresa e fruto do início da segunda guerra mundial, a *Ford* tornou-se uma das principais fornecedoras de material militar dos Estados Unidos através do seu sistema de produção em massa, pelo que viria a recuperar do declínio [3].

Entretanto, no Japão, havia sido criada a *Toyota Motor Corporation*, que se encontrava com problemas graves de produtividade. *Toyoda*³ que presidia à *Toyota*, visitou a fábrica da *Ford*, onde teve oportunidade de observar o sistema produtivo (sistema de produção em massa). *Toyada* percebeu que era possível melhorar o sistema produtivo da *Toyota*. Porém, o sistema de produção em massa não podia ser simplesmente copiado e implementado na *Toyota* uma vez que o Japão se deparava com inúmeros problemas económicos, financeiros

³ *Kiichiro Toyoda* - Fundador da *Toyota Motor Corporation* [4].

e sociais, fruto do pós guerra. Após partilha de informação e investigação com o responsável de produção, *Taichii Ohno*⁴, criaram o *Toyota Production System*, TPS. Este sistema foca-se na procura real das necessidades do cliente, evitando excessos de produção, *stocks* extra, espaço a mais, desperdícios que não acrescentam valor ao produto final, atingindo-se, deste modo, uma elevada produtividade e competitividade. Sustentado num fluxo contínuo e em ferramentas e métodos muito práticos, este sistema está hoje em dia mais do que comprovado, sendo utilizado por empresas das mais diversas áreas de atividade [5,6].

Em 1990, surge o termo *lean*, associado a um estudo sobre a indústria automóvel mundial⁵ e que enalteceu as vantagens do *Toyota Production System*. Desde então, quer em obras publicadas quer em resultados práticos das mais diversas empresas, o termo (*lean thinking*) surge como uma filosofia de liderança e gestão, que tem como objetivo a eliminação sistemática do desperdício e a criação de valor [5,7].

2.2 Princípios *Lean*

Womack e Jones identificaram cinco princípios da filosofia “*lean thinking*”, porém obras mais recentes identificam sete princípios, tendo por base não apenas a cadeia de valor do cliente como sustentam *Womack e Jones*, mas sim a criação de vários valores. Deste modo, evita-se entrar num modo obsessivo da procura do desperdício o que poderá levar à falta de criação de valor através da inovação dos produtos, serviços e processos [4,7].

Os sete princípios são:

1- Conhecer quem se serve - Todas os intervenientes devem ser conhecidas; não é suficiente conhecer apenas o cliente e desprezar, por exemplo, os colaboradores; outra proposta é focarmo-nos também no cliente seguinte e não apenas no cliente final, uma vez que, caso aquele não compra os produtos/serviços, toda a cadeia está condenada ao insucesso.

2- Definir os valores - Uma organização não se deve limitar apenas a satisfazer o seu cliente, ignorando os demais interessados, nomeadamente, os seus colaboradores; a formação é uma forma exemplar de valorizar os colaboradores e transformar o que anteriormente era desperdício em valor.

⁴ *Taiichi Ohno* - Engenheiro de produção da *Toyota Motor Corporation*, responsável pela criação do *Toyota Production System* [7].

⁵ Realizado por *Womack, Jones e Ross*, autores do livro “*The machine that changed the world*”, o qual apresenta o maior estudo alguma vez feito no setor da indústria automóvel, descrevendo a forma como os Japoneses ultrapassaram o resto do mundo [5].

3- Definir as cadeias de valor - Procurando satisfazer todas as partes interessadas, deve-se, para cada uma delas, definir a própria cadeia de valor por forma a não se sobrepor e procurando o equilíbrio entre os demais interesses.

4- Otimizar o fluxo - Tentar sincronizar ao máximo todas as sequências de processos bem como os meios envolvidos na criação de valor, fluxos de materiais, informação, pessoas, entre outros possíveis.

5- Implementar o sistema *pull*⁶ - Sempre que possível utilizar este sistema em vez do sistema *push*⁷; desta forma dá-se liberdade ao cliente para ordenar os pedidos, obrigando a organização a produzir o que realmente é necessário.

6- Perfeição - Garantir que todas as partes se mantêm motivadas e em constante evolução, desta forma a procura pela melhoria contínua torna-se um objetivo.

7- Inovação - Criando novos produtos, novos processos, novos serviços, será criado valor e a empresa não se limita, unicamente ao combate do desperdício.

2.3 Identificação de desperdício

O termo desperdício, originário da expressão *muda*, é tudo aquilo que consome recursos, tempo, produtos, serviços, tornando-os mais caros sem que o cliente os valorize. Se não eliminarmos estes desperdícios, estaremos em desvantagem competitiva relativamente àqueles que conseguem entregar ao cliente o mesmo produto com o mesmo valor por um menor preço.

Neste sentido, uma organização deve-se empenhar no combate ao desperdício começando por classifica-lo nas suas diferentes formas:

- Puro desperdício - Este tipo de desperdício chega a representar em muitos casos 65% do desperdício nas organizações, referindo-se a atividades como deslocações, paragens, avarias e reuniões sem foco.
- Desperdício necessário - Este tipo de desperdício, embora não acrescentando qualquer tipo de valor, é um mal necessário. Tem-se como exemplo os *setups*⁸,

⁶ Sistema *pull* - Sistema de fluxo de produção que se baseia no que é consumido a jusante para ordenação de novas ordens de produção [2].

⁷ Sistema *push* - Sistema de fluxo de produção que se baseia em previsões, através de dados passados, para criação de novas ordens de produção [2].

transporte de material, inspeção de matéria prima. No combate à inspeção de matéria prima, a organização deve, por exemplo, consolidar as relações com o fornecedor, tornando-o mais fiável [7].

“The most dangerous kind of waste is the waste we do not recognize.” Shigeo Shingo⁹

2.3.1 Os tipos de desperdício: *Muda, mura e muri*

Ainda na perspectiva da identificação de desperdício, o objetivo é encontrar um equilíbrio entre a capacidade e a carga; quando esta não existe, resultam perdas para a empresa (ver figura 1). Neste sentido, a gestão empresarial Japonesa forneceu-nos uma série de ferramentas e técnicas para melhor lidar com estes desequilíbrios (desperdícios):

Muda - Refere-se ao desperdício. Qualquer atividade que consuma recursos sem acrescentar valor deve ser eliminada ou reduzida.

Mura - Refere-se ao que é variável. Falta de regularidade de operações, fazendo com que haja picos de trabalho e depois momentos de espera. É eliminado através de um fluxo contínuo e controlado pelas necessidades a jusante, produzindo apenas o que é necessário quando é pedido.

Muri - Refere-se ao irracional. Excesso de carga nos operadores ou equipamentos, exigindo que trabalhem em ritmo acelerado empregando mais esforço que o usualmente recomendado [9].

⁸ *Setups* - Consiste na mudança de ferramentas e adaptação das máquinas para a produção de um produto diferente.

⁹ *Shigeo Shingo* - Responsável pela qualidade do sistema da *Toyota*, foi o criador da ferramenta *SMED (Single Minute Exchange of Die)* [8].



Figura 1 - Exemplo de *muda*, *mura* e *muri*, adaptado de [10].

2.3.2 A técnica dos 5M+Q+S

A técnica dos 5M+Q+S é utilizada para identificação dos desperdícios em 7 áreas específicas onde poderão estar presentes (ver figura 2). Após identificados os desperdícios em cada uma das áreas analisadas deve-se tentar classificá-los e quantificá-los de forma a priorizar aqueles que mais influência têm no objetivo que se quer alcançar.

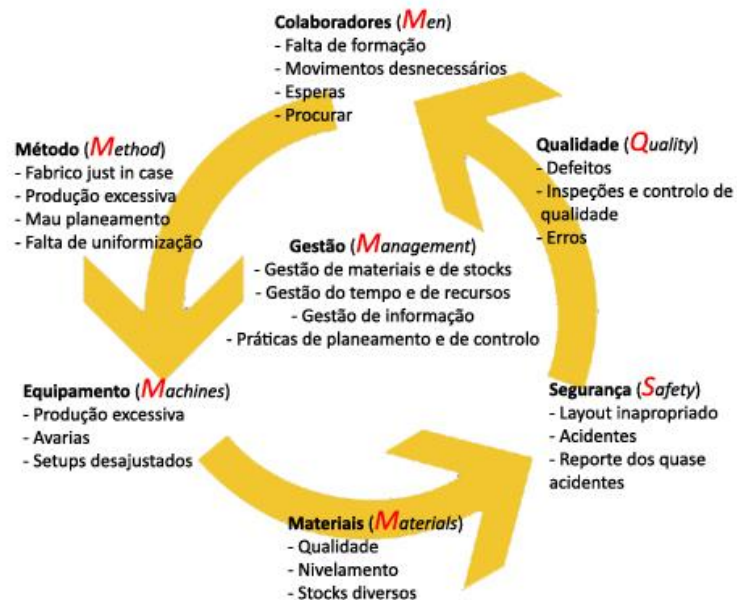


Figura 2 - Técnica dos 5M+Q+S e os possíveis desperdícios, adaptado de [7].

2.3.3 Os sete tipos de desperdícios

Identificados por *Ohno* e *Shingo* quando do desenvolvimento do *Toyota Production System*, são hoje em dia os mais populares, tabela 1.

Tabela 1- Os sete tipos de desperdícios [6] [7] [11].

Tipo de desperdício	Sintomas	Causas	Técnicas / Ferramentas chave
Excesso de produção	<ul style="list-style-type: none"> -Excesso de <i>stock</i> -Produção demasiado antecipada -Acumulação de produtos e inventários incontroláveis -Tempos de espera de fabrico longos -Má performance de entregas 	<ul style="list-style-type: none"> -Grandes lotes de produção -Mau planeamento -Prioridades mal definidas -Fluxo de material desequilibrado -Prioridade de utilização de equipamentos -Deixar as máquinas produzir a mais 	<ul style="list-style-type: none"> -Fluxo contínuo e puxado -Mudança rápida de ferramentas -Postos de trabalho equilibrados -Nivelamento da produção -Trabalho programado e normalizado
Esperas	<ul style="list-style-type: none"> -Colaboradores esperam muitas vezes por material ou informação -Colaboradores esperam observando as máquinas a trabalhar -Colaboradores esperam pela disponibilidade de máquinas -Longos processos, causando atrasos -Baixa produtividade -Tempos de fabrico demasiado longos 	<ul style="list-style-type: none"> -Grandes lotes de produção a montante -Atrasos e ou má qualidade por parte do fornecedor -Má condições das máquinas -Mau planeamento -Mau aproveitamento dos postos de trabalho -Falta de flexibilidade de habilidades 	<ul style="list-style-type: none"> -<i>Just in time</i> -Sistema de manutenção -Desenvolvimento de bons fornecedores -Normalização do trabalho -Nivelamento de operações -Planeamento e sincronização
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> -Múltiplos transportes do produto -Danos causados por excessivos transportes -Longas distâncias entre processos -Longo tempo de fabrico -Custos indiretos fruto da ocupação de espaço e de material necessário ao transporte ou movimentação 	<ul style="list-style-type: none"> -Mau planeamento da sequência de operações e/ou processos -Layout mal definido -Muitos inventários com o mesmo produto localizado em vários sítios 	<ul style="list-style-type: none"> -Produção fluida e puxada -Organização do posto de trabalho -Remodelação do <i>layout</i>
			.../...

(cont.)

Tipo de desperdício	Sintomas	Causas	Técnicas / Ferramentas chave
Excesso de processos	<ul style="list-style-type: none"> -Execução de processos não requeridos pelo cliente -Aprovação de requisitos redundantes -Custos diretos mais altos que a concorrência 	<ul style="list-style-type: none"> -Excesso de processos -Design do produto -Requisitos do cliente mal definidos -Testes excessivos -Procedimentos ou políticas inapropriadas -Falta de formação dos colaboradores 	<ul style="list-style-type: none"> -Estudo da produção -Trabalho normalizado -Formação dos colaboradores
Inventários	<ul style="list-style-type: none"> -<i>Stock</i> obsoleto -Falta de espaço -Tempos de fabrico longos -Mau sistema de entregas -Problemas de qualidade e retrabalho 	<ul style="list-style-type: none"> -Excesso de produção -Má previsão e calendarização -Stock de segurança demasiado alto devido aos constantes problemas de qualidade -Politica de compras -Processos a diferentes ritmos de trabalho -Fornecedores incertos -Tamanho de lotes demasiado grande 	<ul style="list-style-type: none"> -Produção puxada -Trabalho normalizado -Desenvolvimento de fornecedores de confiança -Estratégia de manutenção -Controlo do processo e operações -Mudança rápida de ferramentas -Melhoria da qualidade dos processos
Movimento	<ul style="list-style-type: none"> -Procura de ferramentas ou material -Longos percursos dos operadores -Duplo movimento de material -Baixa produtividade 	<ul style="list-style-type: none"> -<i>Layout</i> incorreto -Design do processo -Falta de controlo visual -Operações isoladas -Falta de formação 	<ul style="list-style-type: none"> -Organização do posto de trabalho -Normalização das operações de trabalho -Processos de fluxo contínuo -Controlo visual -Formação
Defeitos	<ul style="list-style-type: none"> -Problemas de qualidade -Custo de inspeção -Reclamações dos clientes -Baixa produtividade -Aumento de <i>stocks</i> 	<ul style="list-style-type: none"> -Ausência de padrões de autocontrolo e inspeção -Ausência de padrões nas operações -Falhas ou erro humano -Transporte e movimentação de materiais 	<ul style="list-style-type: none"> -Implementar operações padrão -Presença de dispositivos de deteção de erros -Produção em fluxo contínuo -Eliminar movimentações desnecessárias de material -Formação dos colaboradores

2.4 Ferramentas utilizadas no *Lean*

Existem hoje em dia inúmeras ferramentas e metodologias no âmbito do *lean thinking*, pelo que aqui apenas abordarei as principais.

2.4.1 Ferramenta dos cinco S (5S) mais um

É uma ferramenta constituída por um conjunto de práticas muito simples que têm como objetivo criar um ambiente de trabalho limpo, bem organizado e eficiente. Os 5S têm origem em cinco palavras Japonesas que significam:

1- *Seiri* (organização) - nesta prática tem-se como objetivo remover todos os itens desnecessários no posto trabalho, deixando apenas os estritamente imprescindíveis da base diária. Deste modo, aquando da necessidade de encontrar um item, este será facilmente identificado.

“Na dúvida, elimine”

2- *Seiton* (arrumação) - Dispor de um local único para cada item. Se necessário identificar os locais com cores ou qualquer tipo de ajudas visuais como por exemplo um “fundo” com o desenho da ferramenta se for o caso.

“Um lugar para tudo e tudo no seu devido lugar.”

3- *Seiso* (limpeza) - Dividir o posto de trabalho em zonas e mantê-las limpas bem como a área envolvente. Desta forma será muito mais fácil identificar qualquer tipo de não conformidade, como por exemplo, uma fuga de óleo.

“A melhor forma de limpar é não sujar”

4- *Seiketsu* (normalização) - Ter um padrão de arrumação e limpeza, que poderá estar afixado visualmente, ajudando à identificação de desperdícios e promovendo a melhoria contínua.

“Olhar e reconhecer o que precisa de ser melhorado”

5- *Shitsuke* (autodisciplina) - Praticar os princípios anteriormente mencionados e fazer dos 5S um hábito.

Atualmente, há mais um S, a Segurança, perfazendo assim os 6S. Desta forma, apenas melhorando e mantendo estes padrões (6S), se consegue uma otimização e eficiência das atividades, permitindo-nos aumentar a produtividade de forma sustentável [7].

2.4.2 Mapeamento do fluxo de valor (VSM)

O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta que permite visualizar a sequência de operações e entender o fluxo de material e de informação ao longo de toda a cadeia, permitindo ter-se uma visão global dos processos independentemente se acrescentam ou

não valor. Permite a identificação de desperdícios e facilita o estabelecimento de soluções de melhoria.

É uma das ferramentas mais utilizadas, quer em organizações de transformação ou de serviços. Tem como objetivo elaborar um mapeamento físico do estado atual para se identificarem fontes de desperdício, e consequentemente desenhar uma situação futura com significativas melhorias. Esta ferramenta foca-se essencialmente na redução de tempos dos processos.

Assim, o Mapeamento do fluxo de valor apresenta as seguintes características [12]:

- Ajuda na visualização de todos os processos produtivos e respetivos fluxos;
- Mais do que identificar desperdícios, permite identificar as suas fontes;
- Permite a tomada de decisões sobre o fluxo melhorado a implementar;
- Permite conjugar conceitos e técnicas *lean*;
- Representa a base de um plano de implementação; está para uma organização assim como um desenho técnico está para a construção de uma casa;
- Mostra os elos de ligação entre fluxo de materiais e de informação.

Um exemplo de aplicação desta ferramenta pode ser analisado no Anexo A.

2.4.3 Os ciclos de melhoria (*Plan-Do-Check-Act*) e normalização (*Standardize-Do-Check-Act*)

Os ciclos PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) e SDCA (*Standardize-Do-Check-Act*) não são propriamente uma ferramenta de melhoria, mas mais uma metodologia para levar a cabo as mudanças que permitem implementar melhorias.

O ciclo PDCA, divide-se em quatro passos num conjunto de 15 etapas:

- *Plan*
 - 1 - Definir objetivamente o problema;
 - 2 - Definir o *background* e o contexto para que todos possam ter uma base de entendimento comum;
 - 3 - Realizar a análise 5W para identificar as causas-raiz;
 - 4 - Realizar *brainstorming* de ideias e criar hipóteses para as testar;
- *Do*
 - 5 - Aplicar o método científico para testar as hipóteses;
 - 6 - Em vez de esperar pela solução perfeita, avançar com pequenas iniciativas que resultem em melhorias rápidas;
 - 7 - Reunir factos/dados baseados na observação direta;

- *Check*
 - 8 - Comparar os resultados com o planeado;
 - 9 - Determinar os desvios e perceber a sua origem;
 - 10 - Procurar perceber o que correu mal e o que correu bem;
 - 11 - Enfrentar os factos;
- *Act*
 - 12 - Se as ações forem eficazes criar um padrão que possa ser auditado e mantido;
 - 13 - Registar as lições aprendidas e partilhar as boas práticas;
 - 14 - Se as ações não forem eficazes, iniciar de novo o ciclo começando pelo *Plan*;
 - 15 - Observar a atual condição e definir novos targets rumo à situação ideal. Recomeçar o ciclo com *Plan*.

Assim, para que as mudanças sejam eficazes, é necessário mantê-las e uniformizá-las, desta forma, serão mais facilmente ensinadas, melhoradas e transferidas.

É aqui que entra o ciclo SDCA, aplicando-o a toda organização repetitivamente. Desta forma cria-se um nível seguro, estável e sustentável que permitirá no futuro implementar novas melhorias [7].

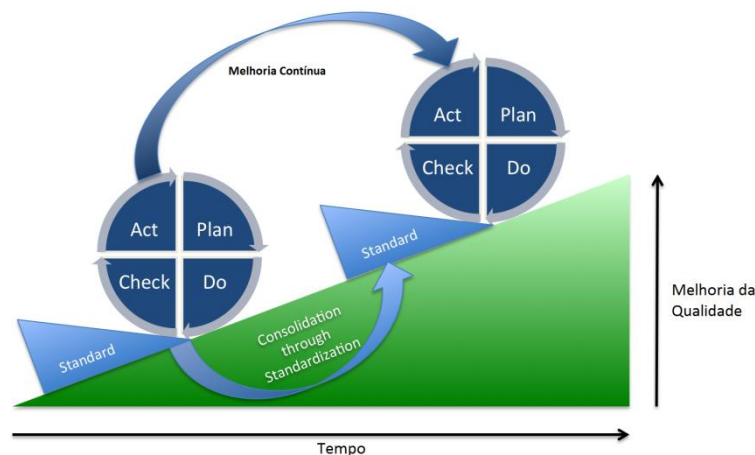


Figura 4 - A melhoria contínua baseada nos ciclos PDCA e SDCA (fonte: Johannes Vietze.2013.” Continuous quality improvement with PDCA”.PDCA Process. Acedido em Junho 2014. <http://en.wikipedia.org/wiki/PDCA>).

2.4.4 Gestão Visual

A gestão visual é um processo que contribui para o aumento de eficácia e da eficiência das operações, simplificando a informação utilizada durante o fluxo de materiais e tornando as coisas visíveis, lógicas e intuitivas.

“Está provado que quando as coisas estão visíveis elas mantêm-se na nossa mente”

A gestão visual da informação pode ser implementada através:

- *Andon* - Sinal luminoso que indica a existência de problemas, ajudando a expor anomalias na fábrica. Este tipo de sinais pode ser utilizado para várias situações dentro de uma fábrica.
 - No âmbito da logística, a luz amarela significa que é necessário repor material, ou em caso extremo, o sinal vermelho significa esgotamento de material.
 - No âmbito das operações, a luz verde, amarela ou vermelha, significa que se está em perfeito funcionamento, em manutenção ou em avaria, respetivamente [13].
- *Jidoka* - Conceito que consiste em conferir mais autonomia às máquinas.
 - Numa operação de corte com guilhotina, a colocação de vários sensores de proximidade, um *Andon* e um contador permite abdicar do operador que tinha a função de observar a máquina para recolocar o material para corte. O operador pode-se concentrar noutras operações, apenas necessita de estar atento à informação dada pelo *Andon* para repor novo material para corte [13].
- Quadros de controlo de produção - Permitem a afixação e anotação de informação relevante. Podem ser utilizados para monitorizar a produção planeada e a real e, acrescentar justificações de falhas, permitindo aos supervisores perceber o porquê das falhas ou incumprimentos. Permitem ainda estabelecer a sequência de operações a realizar no posto de trabalho, permitindo que qualquer supervisor observe o que deve ser feito e o que está a ser feito. Assim, é possível passar informação sem interromper o trabalho dos operadores [13].

- Sistemas *poka-yoke* - São mecanismos anti-erro (ver figura 5), que de uma forma simples permitem ao operador executar uma tarefa bem à primeira, sem margem para erros.
 - Por exemplo, na montagem de um componente constituído por várias peças, se as peças a juntar estiverem assinaladas com a mesma cor, facilmente, o colaborador identifica a peça que quer ligar à outra.
 - Outro exemplo, é a montagem de um componente constituído por duas peças em que a montagem pode ser feita em várias posições, apesar de apenas uma delas estar correta; se se adicionar a uma das peças um pequeno acessório que permita que seja encaixada de um só modo, evitar-se-á que posteriormente apareçam peças encaixadas de forma errada [13].

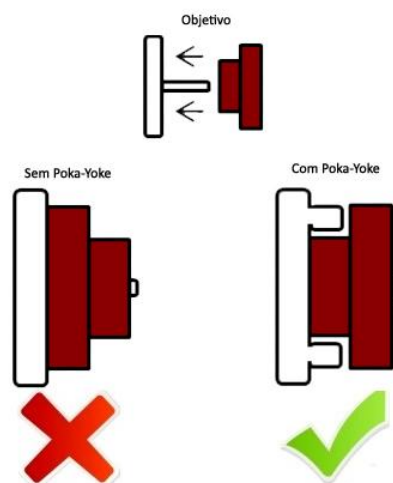


Figura 5 - Mecanismo anti-erro (*poka yoke*) [14].

- *Kanban* - Do vocabulário Japonês, significa “cartão ou cartão de instruções”. É uma ferramenta que permite o controlo do fluxo de materiais e/ou informação (ver figura 6). Este tipo de cartões têm normalmente identificados a referência do material, quantidade, origem, destino e outras informações pertinentes para o caso em prática. O objetivo é informar o operador do posto a montante sobre quantidade que lhe é solicitada pelo operador a jusante, por meio da deslocação do cartão e assim sucessivamente entre postos de trabalho. Esta ferramenta apresenta várias vantagens [15]:
 - Redução de níveis de *stock*, produzindo apenas o necessário e nas quantidades necessárias;
 - Permite a rápida circulação de informação de material, evitando desequilíbrios nos fluxos;

- Melhoria do serviço ao cliente, prazos, qualidade e quantidade, permitindo a entrega de lotes mais pequenos num número de vezes superior;
- Evita-se lançar ordens de fabrico desnecessárias.

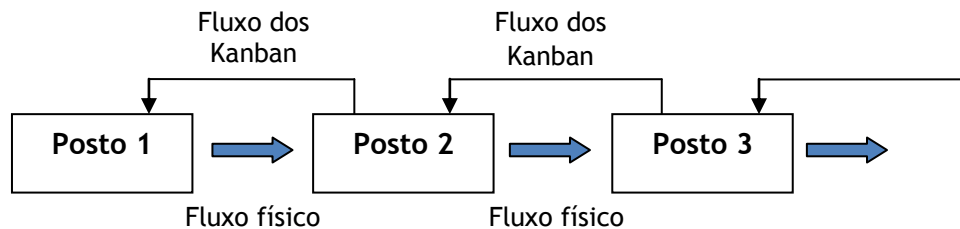


Figura 6 - Fluxos Kanban [10].

2.4.5 Trabalho padronizado (*standard work*)

A padronização de processos é um dos aspetos mais importantes da filosofia *lean thinking*. Sem padronização, a capacidade de criar novas melhorias fica muito limitada, a variabilidade instala-se podendo levar a um estado de organização caótico. Devem-se definir padrões e garantir que todos seguem o mesmo procedimento, deste modo os operadores terão mais facilidade em assimilar novas funções, aspeto particularmente útil para a rotatividade dos postos de trabalho. Assim que forem definidos os padrões, há que monitorizá-los e, sempre que necessário, revê-los para implementar ações de melhoria. Um aspeto muito importante é ouvir as sugestões dos operadores, já que são eles que mais utilizam esses padrões.

Esta ferramenta apresenta muitas vantagens, das quais se destacam:

- Aumento da produtividade dos processos
- Redução dos desvios
- Menores custos
- Consistência dos processos

O *standard work* apresenta três elementos básicos:

- Tempo de ciclo - tempo necessário para que o *input* do processo se transforme em *output* numa sequência de operações que se designa por ciclo do processo.
- Sequência de operações - Sequência pela qual se devem efetuar as diversas operações que conduzem à realização de uma tarefa do operador.

- Nível WIP (*work in process*) - Quantidade máxima de *stock* que flui através das diversas operações, em condições normais de fluxo contínuo [7,13].

“Assim que a produção se encontre nivelada e o tempo de ciclo estabelecido, começamos a ter uma metodologia implementada em toda a fábrica. A gestão de uma fábrica pode ser comparada a uma música tocada por uma orquestra...O standard work, numa fábrica, é como a pauta de cada músico....” Kiyoshi Suzaki¹⁰

Um *standard work* deve ser simples e de fácil compreensão para que qualquer pessoa consiga entender as instruções. Deve ser colocado em cada um dos postos de trabalho, permitindo assim que qualquer operário possa seguir a sequência de operações bem como permitir a um supervisor analisar se o que está a ser feito está de acordo com o definido. Após isto, é necessário a sua revisão periódica, com o objetivo de garantir a sua melhoria, modificando-o e atualizando-o.

A implementação desta metodologia guia-se pelos seguintes pontos:

1. Estudar a operação atual e padronizar o procedimento;
2. Identificar áreas problemáticas;
3. Resolver problemas e desenvolver métodos melhorados;
4. Implementar os novos métodos;
5. Desenvolver um novo *standard work*;
6. Caso os novos métodos sejam adequados, continuar a partir do ponto 2.

Uma ferramenta muito utilizada nos *standard works* são os designados gráficos de combinação de tarefas, utilizados para descrever a sequência de operações que os operários devem seguir com base no tempo de ciclo, bem como, obter de forma rápida, através da sua visualização, informações como *takt time*¹¹, tempo de ciclo, operações manuais ou automáticas, entre outras (ver exemplo na figura 7). Este tipo de gráficos deve ser desenvolvido com a colaboração dos seus utilizadores para que se sintam incluídos no processo de melhoria que está a ser alvo de implementação e seja, facilmente perceptível e correlacionável com o que se realiza na prática [13].

¹⁰ Kiyoshi Suzaki - Consultor de vários clientes Fortune 500 e autor do livro *Gestão de Operações Lean: Metodologias Kaizen para a Melhoria Contínua*

¹¹ *Takt time* - Tempo que define o ritmo ideal da produção de um artigo, em função do tempo disponível para produção e das necessidades do cliente.

3. Análise, definição e aplicação do *standard work* em duas células de picagem de limas de engenharia

3.1 Introdução

Este primeiro caso de estudo teve como objetivo a análise, definição e aplicação do *standard work* em duas células de trabalho da área de picagem (CPS 8-10" e CPS 6"¹²). A escolha destas duas células deveu-se ao facto de, de acordo com os responsáveis, serem as que maior carga de trabalho¹³ apresentam.

Nesta duas células apenas se produzem limas chatas de picagem simples, ou seja, com uma forma de picado unidirecional, (ver figura 8, existem também as de picado duplo, que apresentam um picado cruzado), podendo apresentar um comprimento de seis, oito ou dez polegadas. Dentro destas ainda são variáveis a largura, a espessura e o tipo de picagem. Este último pode variar entre bastarda/grosseira, meia fina e fina, o que irá definir a quantidade de material a remover na sua utilização.

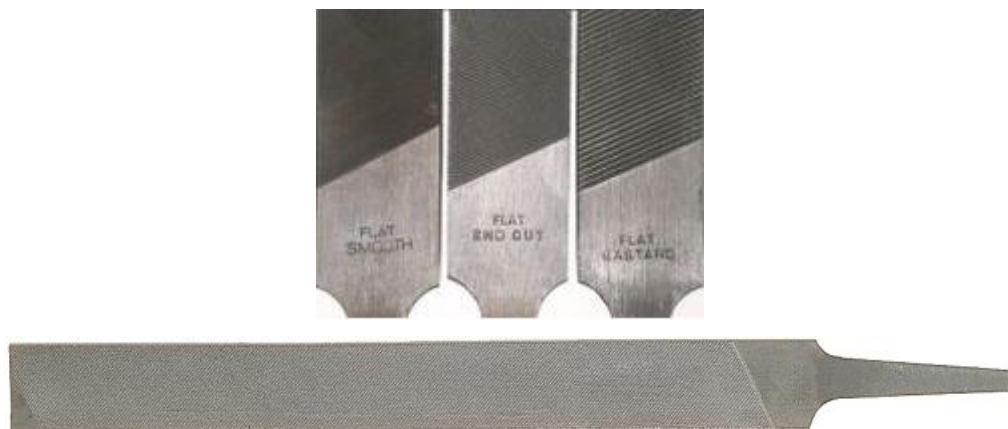


Figura 8 - Limas chatas de picagem simples.

3.2 Metodologia utilizada

Começou sempre por se fazer uma análise profunda a cada célula de trabalho, percebendo-se como funcionavam as máquinas e o seu objetivo, bem como às práticas de trabalho dos operadores. Percebido o conteúdo da célula, procedeu-se à análise e definição das sequências de operações bem como à recolha e tratamento de tempos para

¹² CPS 8-10" e CPS 6" - Célula chata de picagem simples de 8 e 10 polegadas e Célula chata de picagem simples de 6 polegadas

¹³ Carga de trabalho - Quantidade de trabalho (ordens, pedidos ou encomendas) que é solicitado ao sistema de trabalho/operações.

que se pudessem calcular os tempos de ciclo, *takt time* e objetivos de produção por hora, com o objetivo de se definir o *standard work*.

3.3 Célula chata de picagem simples 8”-10”

A primeira fase baseou-se, essencialmente, em observar todas as movimentações do operador (ver figura 9), perceber como e o que estava a fazer, bem como entender o funcionamento e finalidade de cada máquina da célula de trabalho. Neste sentido e, à medida que ia observando o operador por vezes interrompia-o, para esclarecer pequenas questões do tipo:

- O que está a fazer agora?
- Porque faz primeiro este passo e não aquele?
- O que aconteceu?
- O que faz esta parte da máquina?

A célula é maioritariamente ocupada por um único operador, responsável por todas as operações definidas no *standard work*.

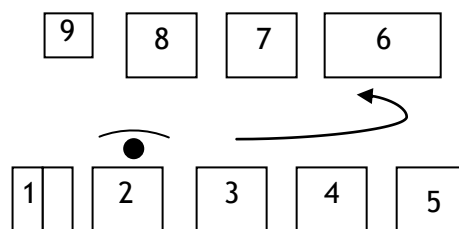


Figura 9 - Layout da célula CPS 8-10”

Legenda:

- 1- Bordo de linha - Local onde é feito o abastecimento e recolha do produto
- 2- Máquina de picar 1º canto
- 3- Máquina de picar 2º canto
- 4- Máquina de raiar 1º canto
- 5- Máquina de raiar 2º canto
- 6- Máquina de limar faces (*Drog*)
- 7- Máquina de picar 1ª face
- 8- Máquina de picar 2ª face
- 9- Máquina de esmerilar pontas

A quantidade de produtos diferentes produzidos na célula é significativa (ver tabela 2). Durante um turno de oito horas, pode-se produzir, por exemplo, cinco ou mais produtos diferentes, o que demonstra a existência de uma produção nivelada.

Tabela 2 - Referências de produtos produzidos na célula CPS 8-10”

Artigos	
104-10	140-10
106-8	142-8
137-4	143-8
138-8	143-10
138-10	144-8
140-8	148-8

Para cada uma destas referências há ainda três tipos de picagem, bastarda, meia fina e fina (picagem três, dois e um). Através da medição de tempos de operação com um cronómetro, pude verificar que o tipo de picagem não tinha influência nos tempos medidos, pois o tempo de realização da picagem era semelhante. Deste modo, fiz um agrupamento de artigos, transformando cada três artigos num grupo, minimizando desta forma o número de *standard works* possíveis, caso contrário, teria no mínimo trinta e seis *standard works*.

Foi ainda possível fazer novos agrupamentos de alguns produtos com igual comprimento, pois apesar de haver diferenças em largura e/ou espessura, as diferenças de tempos de produção eram insignificantes, diminuindo assim ainda mais o número de *standards works* (ver tabela 3).

Tabela 3 - Referências de produtos produzidos na célula CPS 8-10” após agrupamento

Referências dos produtos
106-8 / 142-8 / 143-8 / 143-10
138-8 / 138-10 / 144-8
140-8 / 140-10
148-8 / 137-4 / 104-10

Deste modo apenas seriam necessários quatro *standards works*, um para cada grupo de produtos.

3.3.1 Análise e definição da sequência de operações para um operador

Após a análise do trabalho da célula, seguiu-se a definição da sequência de operações que tornasse o fluxo contínuo. Identificaram-se as operações manuais e automáticas e as que acrescentavam, ou não, valor ao produto. De referir que neste caso, os *standard works* foram definidos para um operário a trabalhar sozinho na célula, bem como, para dois operários a trabalhar em conjunto na mesma célula.

Aqui apenas será apresentado o trabalho realizado para um dos artigos, uma vez que para os restantes, a metodologia utilizada foi a mesma (ver tabela 4).

Tabela 4 - Sequência inicial de operações registadas, manuais ou automáticas, com ou sem valor acrescentado (Célula de trabalho com um operador)

Artigo 140-8				
Sequência de operações	Manual	Autom.	Acres. valor	Não acres. valor
1-Pegar em lima da caixa	X			X
2-Deslocação para máquina seguinte	X			X
3-Raiar primeiro canto		X	X	
4-Deslocação para máquina seguinte	X			X
5-Raiar segundo canto		X	X	
6-Colocar a desgordurar	X			X
7-Deslocação para máquina seguinte	X			X
8-Colocar limas no drog	X			X
9-Limar 1ª face		X	X	
10-Deslocação para máquina seguinte	X			X
11-Colocar a desgordurar	X			X
12-Picar 1ª face		X	X	
13-Deslocação para máquina seguinte	X			X
14-Picar 2ª face		X	X	
15-Deslocação para máquina seguinte	X			X
16-Esmerilar ponta	X		X	
17-Deslocação	X			X
18-Pousar lima na caixa	X			X
19-Pegar em lima da caixa	X			X
20-Deslocação para máquina seguinte	X			X

.../...

(cont.)

Sequência de operações	Manual	Autom.	Acre. valor	Não acres. valor
21-Raiar primeiro canto		X	X	
22-Deslocação para máquina seguinte	X			X
23-Raiar segundo canto		X	X	
24-Deslocação para máquina seguinte	X			X
25-Rodar limas no drog	X			X
26-Limar 2ª face		X	X	
27-Deslocação para máquina seguinte	X			X
28-Picar 1ª face		X	X	
29-Deslocação para máquina seguinte	X			X
30-Picar 2ª face		X	X	
31-Deslocação para máquina seguinte	X			X
32-Esmerilar ponta	X		X	
33-Deslocação	X			X
34-Pousar lima na caixa	X			X

De referir que apesar de haver repetição de tarefas (por exemplo 1 e 19 ou 3 e 21), deve-se ao facto da máquina das operações 9 e 26 ter que ser utilizada duas vezes para que uma lima possa avançar para operação seguinte. A máquina das operações 9 e 26 tem como objetivo limar as faces da lima, como tem duas faces, a lima só fica apta a avançar para a operação seguinte após duas passagens pela máquina.

Depois de identificadas todas as operações, foi realizada uma análise crítica de forma a integrar algumas delas, já que eram efetuadas praticamente ao mesmo tempo ou tão seguidas/rápidas em termos temporais, que não valia a pena colocá-las separadamente no *standard work*.

Assim, após validações, ficou definida a sequência de operações apresentada na tabela 5:

Tabela 5 - Sequência final de operações registradas, manuais ou automáticas, com ou sem valor acrescentado (Célula de trabalho com um operador)

Artigo 140-8				
Sequência de operações	Manual	Autom.	Acrec. valor	Não acres. valor
1-Pegar lima, deslocação, raia 1º canto	x	x	x	
2-Mudar de máquina	x			x
3-Raiar 2º canto		x	x	
4-Mudar de máquina (desengordurante)	x			x
5-Colocar limas no drog e limar 1ª face		x	x	
6-Mudar de máquina (desengordurante)	x			x
7-Picar 1ª face		x	x	
8-Mudar de máquina	x			x
9-Picar 2ª face		x	x	
10-Mudar de máquina	x			x
11-Esmerilar ponta	x		x	
12-Pousar lima na caixa	x			x
13-Pegar lima, deslocação, raia 1º canto	x	x	x	
14-Mudar de máquina	x			x
15-Raiar 2º canto		x	x	
16-Mudar de máquina	x			x
17-Rodar limas no drog e limar 2ª face		x	x	
18-Mudar de máquina	x			x
19-Picar 1ª face		x	x	
20-Mudar de máquina	x			x
21-Picar 2ª face		x	x	
22-Mudar de máquina	x			x
23-Esmerilar ponta	x		x	
24-Pousar lima na caixa	x			x

Como se pode constatar houve uma “redução” de dez operações (que acabam por estar implícitas), simplificando-se a sequência.

3.3.1.1 Recolha e análise de tempos

Esta parte do projeto foi realizada fazendo observações das operações anteriormente definidas e cronometrando-as. Para cada operação foram realizadas 10 cronometragens. Foram considerados ciclos contínuos de fluxo para assim se ter informação do que seria possível realizar com uma eficácia de 100%. Foram avaliados 10 ciclos completos (1 ciclo corresponde às 24 operações), para depois se comparar os tempos de ciclo com a soma dos tempos das várias operações (que deveriam ser aproximados).

Não foi fácil conseguir-se cronometragens em fluxo contínuo para cada operação bem como os ciclos, devido a paragens constantes, que apesar de pequenas, afetavam os tempos medidos. Para além destas paragens, era preciso também medir tempos numa altura em que o operador estivesse totalmente comprometido com o que estava a fazer, esquecendo-se que estava a ser observado, para que desta forma não afetasse os resultados obtidos.

Foram também registados os tempos de ação das respetivas máquinas para se conhecer o tempo de espera entre duas ações consecutivas de cada máquina. Foram obtidos os resultados finais apresentados na tabela 6 (a partir de cálculos realizados na folha de *excel* disponibilizada no anexo B.1). Para os outros produtos foram realizados os mesmo cálculos.

Tabela 6 - Registo de tempos para o artigo 140-8 (Célula de trabalho com um operador)

Sequência de operações	Tempos					
	Média (seg)	Automático (seg)	Espera (seg)	Total Espera/h (min)	Atividade/h(%)	Inatividade/h(%)
1-Pegar lima, deslocação, raiair 1º canto	6	13	18	40,04	33	67
2-Mudar de máquina	2					
3-Raiar 2º canto	2	13	21	40,04	33	67
4-Mudar de máquina (desengordurante)	5					
5-Colocar limas no drog e limar 1ª face	6	13	18	40,04	33	67
6-Mudar de máquina (desengordurante)	5					
7-Picar 1ª face	4	8	27	47,44	20	80
8-Mudar de máquina	2					
9-Picar 2ª face	4	8	27	47,44	20	80
10-Mudar de máquina	3					
11-Esmerilar ponta	2					
12-Pousar lima na caixa	3					

.../...

(cont.)

Sequência de operações	Média (seg)	Automático (seg)	Espera (seg)	Total Espera/h (min)	Atividade/h(%)	Inatividade/h(%)
13-Pegar lima, deslocção, raiar 1º canto	5	13	23	40,04	33	67
14-Mudar de máquina	2					
15-Raiar 2º canto	2	13	27	40,04	33	67
16-Mudar de máquina	2					
17-Rodar limas no drog e limar 2ª face	4	13	24	40,04	33	67
18-Mudar de máquina	2					
19-Picar 1ª face	4	8	28	47,44	20	80
20-Mudar de máquina	2					
21-Picar 2ª face	4	8	27	47,44	20	80
22-Mudar de máquina	2					
23-Esmerilar ponta	2					
24-Pousar lima na caixa	3					
Total (tempo de ciclo)	78					
<p>Legenda:</p> <p>Média - média de 10 tempos para cada operação da sequência.</p> <p>Automático - média de 10 tempos para a intervenção de cada máquina</p> <p>Espera - tempo de espera da máquina até à utilização seguinte; diferença entre a soma dos tempos das operações anteriores e o tempo em funcionamento automático.</p> <p>Atividade - Percentagem do tempo em que a máquina está a ser utilizada; obtida a partir do tempo em que está ativa, multiplicando pelo número de vezes que é utilizada.</p> <p>Inatividade - Percentagem do tempo em que a máquina está parada à espera de nova utilização; obtida a partir da diferença: 100 - atividade(%).</p>						

Foram também medidos outros tempos de operações que não acrescentam qualquer tipo de valor, mas que fazem parte da rotina de trabalho, não só deste artigo como dos restantes. De referir que estes tempos são apenas uma referência, uma vez que variam significativamente (ver tabela 7).

Tabela 7 - Tempos de operações que não fazem parte do *standard work*

Operações	Tempo(seg)
Limpar caixas	8
Aplicar óleo para picar	15
Aplicar óleo para raiar	15

.../...

(cont.)

Operações	Tempo(seg)
Limpar com ar comprimido(1x a cada 12 limas/6ciclos)	54
Registrar quadro de produção	30
Outros	60
Total	182

Recolhidos os tempos, procedeu-se ao cálculo de alguns dados:

- Número ideal de limas por hora, considerando uma eficiência de 100%

$$\frac{\text{Nr de limas produzidas por ciclo}}{\text{Tempo de ciclo}} \times 3600 \text{ s} = \frac{2}{78} \times 3600 = 92 \text{ limas} \quad [\text{Eq. 1}]$$

- Número de limas equivalente ao tempo das op. que não acrescentam valor

$$\frac{\text{Tempo total das operações que não acrescentam valor}}{\text{Tempo de ciclo}} \times 2 = \frac{182}{78} \times 2 = 5 \text{ limas} \quad [\text{Eq. 2}]$$

- Número de limas por hora com descontos

$$\text{Eq. 1} - \text{Eq. 2} = 92 - 5 = 87 \text{ limas} \quad [\text{Eq. 3}]$$

De referir que este último cálculo serve para se estimar o número de limas que se perdem por hora em operações que não fazem parte do *standard work*.

Os tempos de ciclo completos (podem ser consultados no anexo B.3) apresentam uma média de 76 segundos o que daria 95 limas por hora, menos 2 segundos do que o tempo calculado a partir da soma do tempo individual das operações. Os tempos são próximos, tendo-se optado por utilizar os 78 segundos no *standard work* final.

3.3.1.2 Definição do *standard work*

Uma vez recolhidos todos os dados necessários à elaboração dos *standard works* finais procedeu-se ao preenchimento das respetivas folhas (ver figura 10) para posterior afixação no quadro de produção.

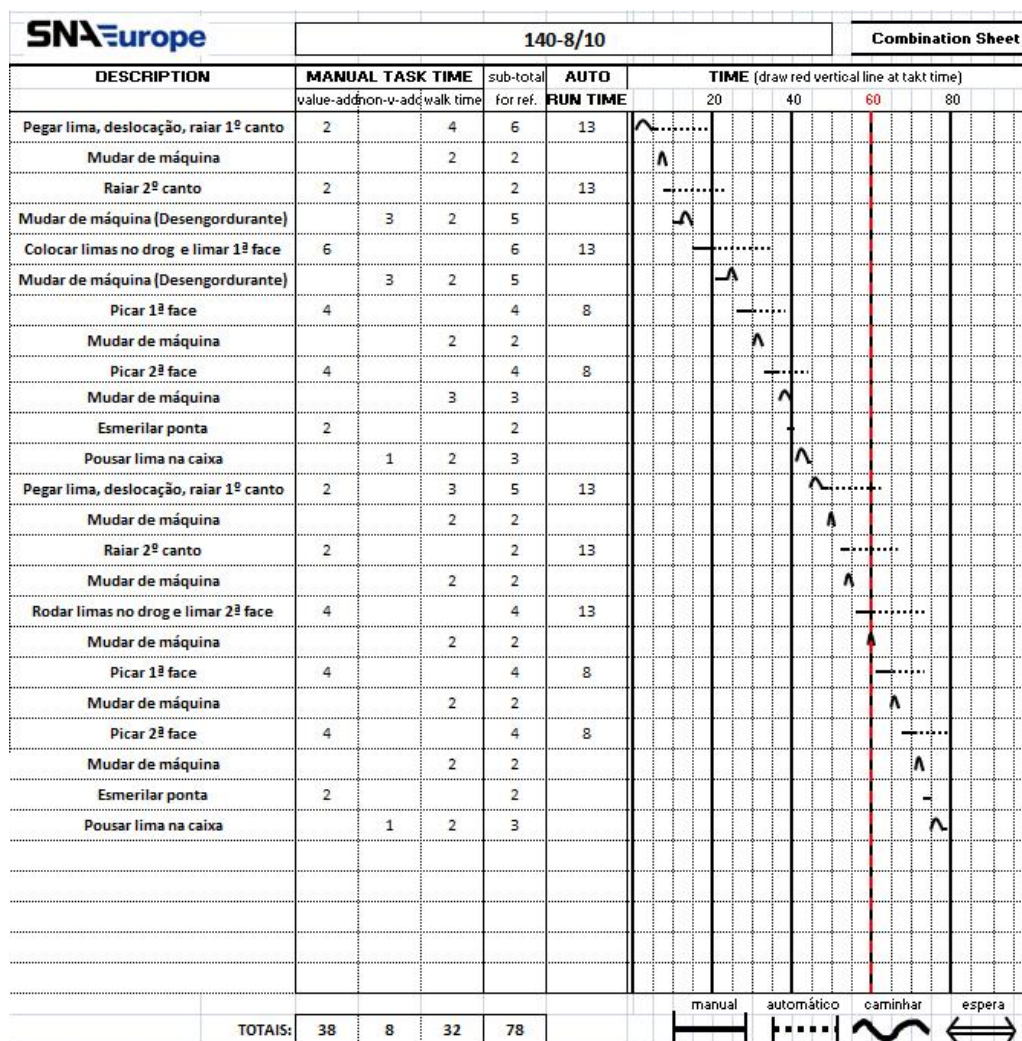


Figura 10 - Gráfico de combinação de tarefas (Célula de trabalho com um operador)

Analisando o gráfico da figura 10, facilmente se percebe a sequência de operações que o operário deve seguir, bem como o tempo que, em condições normais, deverá demorar a executá-las.

Numa primeira análise, em virtude do *takt time* (60 segundos) ser inferior ao tempo total de ciclo (78 segundos), quereria dizer que não seria possível dar resposta às necessidades do cliente com o tempo de produção disponível. Porém, se se analisar com atenção a sequência de operações, observa-se que um ciclo completo representa a produção de duas limas, ou seja, por cada 78 segundos são produzidas duas limas. Assim sendo, não haverá problema em dar resposta às necessidades do cliente. Este facto também poderá ser confirmado no gráfico de barras da figura 11 que é afixado no quadro de produção. Neste gráfico, pode-se observar o objetivo de produção (em limas/hora) bem como o cálculo do *takt time* em função do tempo disponível e das necessidades do cliente. É também possível confirmar (*Min. Staffing*) a quantidade de operários necessários (0,6)

para a produção das necessidades do cliente. Neste caso é inferior a 1, o que significa que um operário é mais que suficiente para dar resposta às necessidades do cliente.

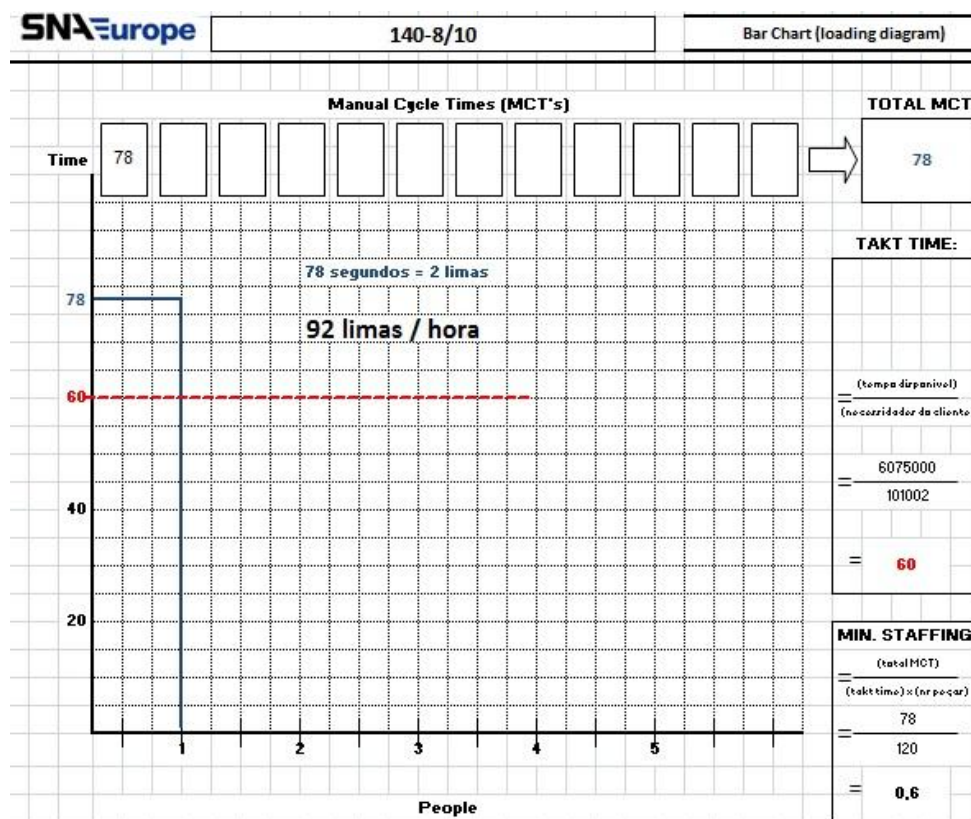


Figura 11. Gráfico de barras (Célula de trabalho com um operador)

3.3.1.3 Conclusões e análise de resultados

Concluída a etapa de elaboração dos *standard works* para todos os produtos, foi necessário validar, a fim de verificar se os objetivos eram atingidos. Assim começou-se por fazer uma análise às folhas de produção, onde os operadores registam a quantidade produzida por hora. Verificou-se que o objetivo, independentemente do produto, nunca era atingido, apesar de muitas vezes se atingir um valor próximo.

Apesar de se conhecer a necessidade de paragens necessárias, quer para *setup's* que são também registadas no quadro de produção, quer para outras operações já referidas e registadas anteriormente, era estranho como é que em uma única hora de produção qualquer, entre tantas horas, o objetivo nunca era atingido. A diferença chegava a ser, muitas vezes, de duas ou três limas por hora. Assim sendo, teve de se identificar as causas do problema.

Recorreu-se ao diagrama causa-efeito (4M's, Homem (*Man*), Máquina (*Machine*), Método (*Method*) e Material (*Material*)). Na figura 12 apresenta-se o diagrama que foi construído.

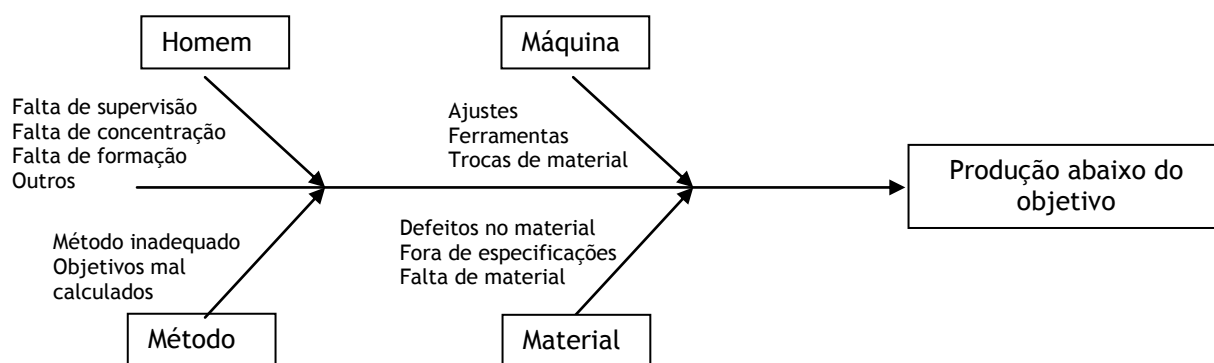


Figura 12 - Diagrama causa-efeito para identificação de possíveis causas para o incumprimento do objetivo de produção.

Posteriormente procedeu-se à análise daquelas que poderiam ser as causas possíveis do problema. Nada como fazer esta análise no terreno e analisar os processos de perto. Tendo como base as causas anteriormente identificadas, foi possível obter os resultados apresentados no diagrama de *Pareto* da figura 13:

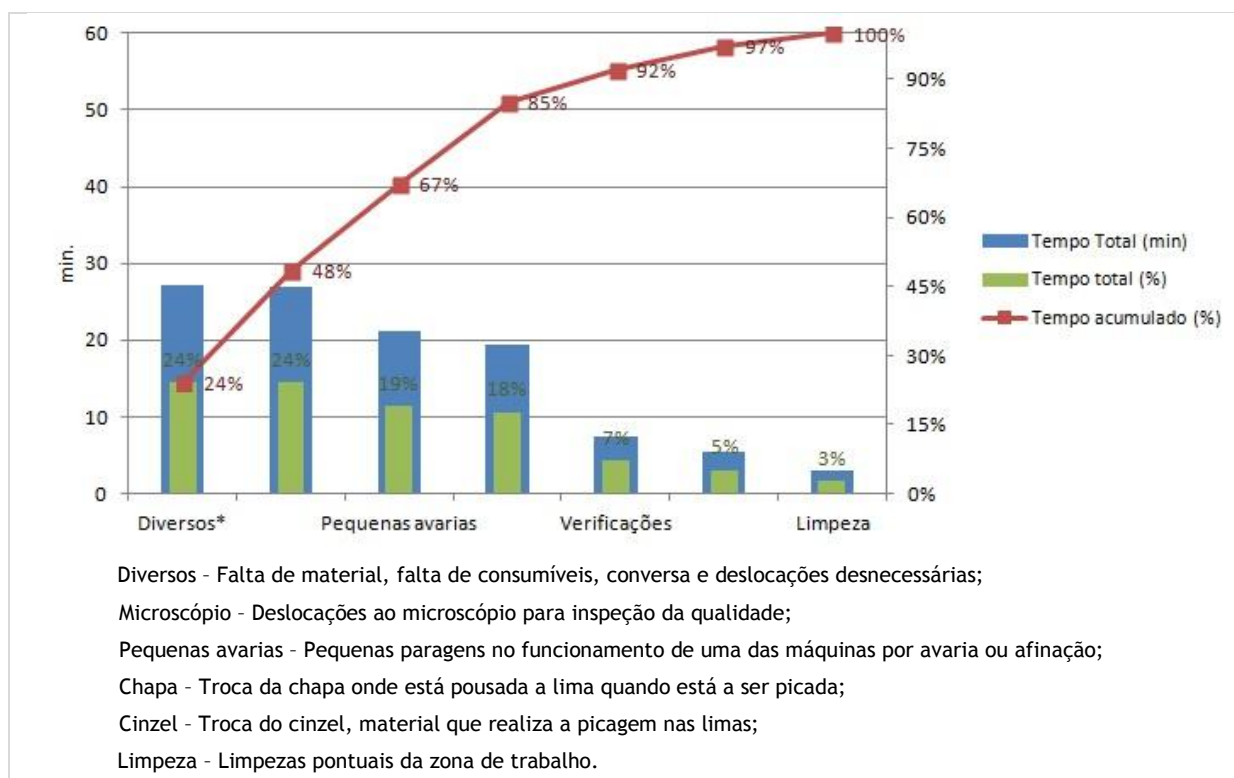


Figura 13 - Diagrama de *Pareto* com os tempos perdidos e respetivas causas

A partir do diagrama, facilmente se pode concluir que as principais causas de perda de tempo são: “diversos” e “microscópio”. Neste caso, foi confirmado com o responsável da Qualidade, a necessidade de realizar verificações ao microscópio. No caso da troca de cinzel ou chapa da máquina, também é algo que é necessário, embora possa ser alvo de estudo por forma a diminuir o número de trocas. No caso das pequenas avarias, também poderão ser alvo de estudo de forma a serem evitadas ou minimizadas. Quanto aos “diversos”, poderão ser eliminados se forem tomadas as devidas precauções, por exemplo, no início do turno pode-se abastecer a célula com os consumíveis necessários bem como prepará-la para que, no decorrer do trabalho, não seja necessário efetuar deslocações fora do habitual, como por exemplo, esvaziar caixas de sucata.

Para se ter uma noção da importância destas paragens não programadas, o tempo despendido nestas tarefas totaliza 4 horas e 40 minutos por semana (como pode ser observado no anexo B.4), o que é realmente significativo, equivalendo a mais de metade de um turno!

Foi ainda possível identificar outro fator que poderia contribuir para o problema em estudo: o operador não registava a quantidade de produção no respetivo quadro, de hora em hora, como deveria ser suposto fazer, fazendo-o de três em três horas, ou de duas em duas, dividindo a quantidade produzida por três ou por dois, consoante o tempo que tinha passado. Esta situação, para além de ocultar os valores reais produzidos por hora, ocultava também eventuais problemas que deveriam ser registados na folha de produção e que poderiam desencadear estudos para possíveis melhorias.

Após esta constatação, durante a semana de trabalho seguinte, registou-se na folha de produção a quantidade produzida. Pôde-se verificar que os valores continuavam a não atingir os objetivos estabelecidos.

No sentido de se perceber as causas que impediam de se atingir os objetivos de produção, fez-se uma análise ao desempenho do operador. Para esta análise foram recolhidas quantidades produzidas por períodos de cinco minutos, durante oito horas de produção contínua. Desta análise (os dados pormenorizados estão no anexo B.5), resultou o gráfico da ver figura 14:

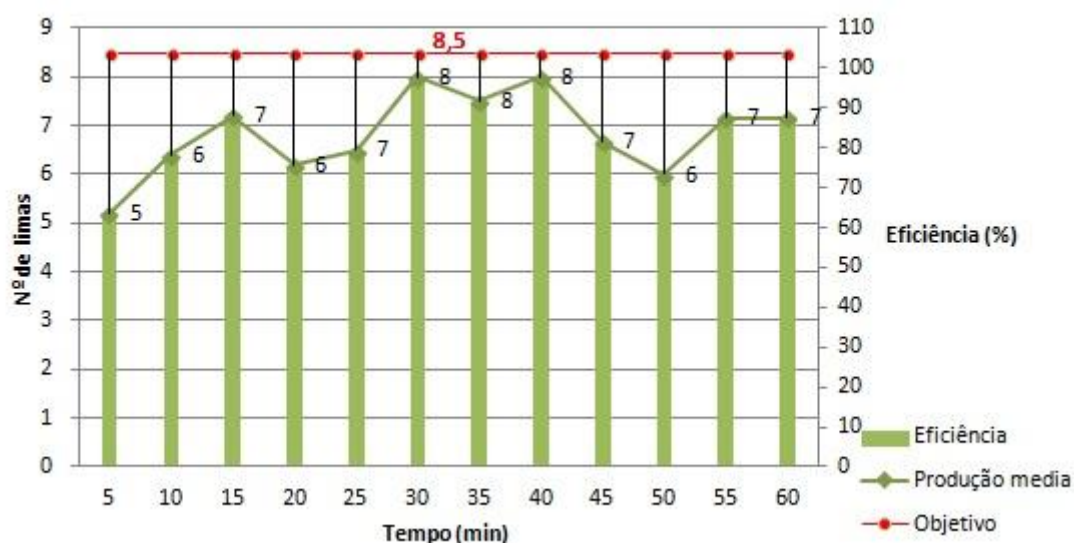


Figura 14 - Produção média por períodos de 5 minutos ao longo de um turno

Esta análise permitiu verificar que a produção realizada, é influenciada pelo operador. Através do gráfico, facilmente se percebe, que no início de cada hora a cadência de trabalho é mais baixa e, sensivelmente a meio, aumenta, podendo atingir valores superiores ao objetivo (ver anexo B.5), depois estabiliza, aproximando-se do valor estabelecido como objetivo.

Foi possível verificar, que os operadores tentam não atingir o objetivo estabelecido, controlando a quantidade de limas produzidas, através do valor que vai sendo apresentado no contador disponível nas máquinas. Também foi possível detetar que, por inúmeras vezes, os operadores acumulavam limas numa operação (antes da operação 23), fazendo mais tarde a operação em falta, interrompendo, desta forma, o fluxo contínuo.

Pode-se afirmar que, se se eliminar os problemas anteriormente referidos, é possível atingir o objetivo calculado, dando resposta às necessidades de produção desta célula dentro do tempo disponível.

3.3.2 Análise e definição da sequência de operações para dois operadores

Uma análise idêntica foi realizada na mesma célula de trabalho com dois operadores.

De início, o que me parecia mais óbvio para ter dois operadores na mesma célula de trabalho era definir uma movimentação circular (ver figura 15). Assim, foi testado este tipo de circulação, com um ligeiro espaçamento entre ambos.

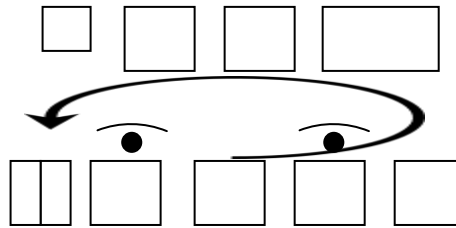


Figura 15 - Esquema de circulação para duas pessoas

Após teste deste tipo de circulação verifiquei que o mesmo era impraticável principalmente por dois motivos:

Ritmos de trabalho diferentes - apesar das diferenças serem pequenas, verificou-se que várias vezes ao longo do turno, um dos operadores era obrigado a parar e esperar, ou ultrapassar o outro operador.

Pequenas paragens - o tempo de circulação contínua dos dois operadores era muito reduzido por motivos diversos: pequenas afinações nas máquinas, inspeção de qualidade mais lento, por parte de um operador, entre outras; rapidamente um era apanhado pelo outro, tendo que esperar ou ultrapassar, ultrapassando também sequências de operações, o que acabava por se tornar muito confuso e pouco eficaz.

Para testar outra situação, tive que considerar os tempos de cada operação e fazer uma divisão de operações equilibrada para cada operador de forma a evitar que se “atropelassem” um ao outro.

Procedi a um novo teste de sequência de trabalho para os dois operadores na mesma célula. A melhor solução encontrada foi um dos operadores ficar responsável pelas operações numeradas de 1 a 4, enquanto o outro ficou responsável pelas operações de 5 a 1. De referir que a operação 1 consiste em retirar ou colocar a lima da caixa (ver figura 16).

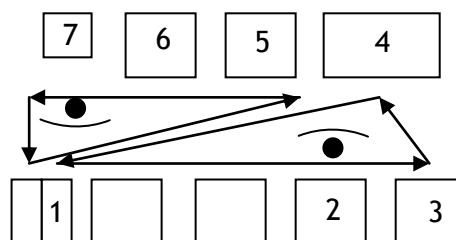


Figura 16 - Esquema de circulação para dois operadores.

Daqui resultou a definição da sequência de operações para cada operador (ver tabela 8):

Tabela 8 - Sequência de operações registadas, manuais ou automáticas, com ou sem valor acrescentado (Célula de trabalho com dois operadores)

140-8 (2 Operadores)				
Sequência de operações	Manual	Autom.	Acres. valor	Não acres. valor
1º Colaborador				
1-Raiar 1º canto	X	X	X	
2-Mudar de máquina	X			X
3-Raiar 2º canto		X	X	
4-Mudar de máquina (desengordurante)	X			X
5-Colocar limas no drog e limar 1ª face		X	X	
6-Mudar de máquina (desengordurante)	X			X
7-Raiar 1º canto	X	X	X	
8-Mudar de máquina	X			
9-Raiar 2º canto		X	X	
10-Mudar de máquina	X			
11-Colocar limas no drog e limar 1ª face		X	X	
12-Mudar de máquina	X			
2º Colaborador				
1-Picar 1ª face		X	X	
2-Mudar de máquina	X			X
3-Picar 2ª face		X	X	
4-Mudar de máquina	X			X
5-Esmerilar ponta	X		X	
6-Pousar lima na caixa	X			X
7-Mudar de máquina	X			X
8-Picar 1ª face		X	X	
9-Mudar de máquina	X			X
10-Picar 2ª face		X	X	
11-Mudar de máquina	X			X
12-Esmerilar ponta	X		X	
13-Pousar lima na caixa	X			X
14-Mudar de máquina	X			X

3.3.2.1 Registo e análise de tempos

Posteriormente fez-se o registo dos tempos de operação para dois operadores na mesma célula de trabalho com base na sequência de operações anteriormente estabelecida (tabela 9).

Tabela 9 - Registo de tempos para o artigo 140-8 (Célula de trabalho com dois operadores)

Sequência de operações	Média (seg)	Automático (seg)	Espera (seg)	Tempo Total Espera/h (min)	Atividade/h(%)	Inatividade/h(%)
1º Colaborador						
1-Raiar 1º canto	2	13	4	21,52	64	36
2-Mudar de máquina	2					
3-Raiar 2º canto	2	13	4	21,52	64	36
4-Mudar de máquina (desengordurante)	6					
5-Colocar limas no drog e limar 1ª face	8	13	2	21,52	64	36
6-Mudar de máquina (desengordurante)	7					
7-Raiar 1º canto	2	13	10	21,52	64	36
8-Mudar de máquina	2					
9-Raiar 2º canto	2	13	10	21,52	64	36
10-Mudar de máquina	2					
11-Rodar limas no drog e limar 2ª face	4	13	4	21,52	64	36
12-Mudar de máquina	3					
Total	42					
2º Colaborador						
1-Picar 1ª face	4	8	8	36	40	60
2-Mudar de máquina	2					
3-Picar 2ª face	4	8	8	36	40	60
4-Mudar de máquina	2					
5-Esmerilar ponta	2					
6-Pousar lima na caixa	3					
7-Mudar de máquina	3					
8-Picar 1ª face	4	8	8	36	40	60

.../...

(cont.)

Sequência de operações	Média (seg)	Automático (seg)	Espera (seg)	Total Espera/h (min)	Atividade/h(%)	Inatividade/h(%)
9-Mudar de máquina	2					
10-Picar 2ª face	4	8	8	36	40	60
11-Mudar de máquina	2					
12-Esmerilar ponta	2					
13-Pousar lima na caixa	3					
14-Mudar de máquina	3					
Total	40					
Total dos colaboradores	82					

Por questão de simplificação, os tempos de operações que não faziam parte do *standard work* foram duplicados relativamente aos de um operador, uma vez que agora são dois operadores, em princípio as necessidades irão duplicar ou aproximar-se disso (ver tabela 10):

Tabela 10 - Tempos de operações que não fazem parte do *standard work* (2 Pessoas)

Operações	Tempo(seg)
Limpar caixas	16
Aplicar óleo para picar	30
Aplicar óleo para raçar	30
Limpar com ar comprimido(1x a cada 12 limas/6ciclos)	108
Registar quadro de produção	30
Outros	60
Total	271

Assim tem-se:

- Número ideal de limas por hora, considerando uma eficiência de 100%

$$\frac{\text{Nº de limas produzidas por ciclo}}{\text{Tempo de ciclo}} \times 3600 \text{ s} = \frac{4}{82} \times 3600 = 176 \text{ limas} \quad [\text{Eq. 4}]$$

- Número de limas equivalente ao tempo das op. que não acrescentam valor

$$\frac{\text{Tempo total das operações que não acrescentam valor}}{\text{Tempo de ciclo}} \times 4 = \frac{271}{82} \times 4 = 13 \text{ limas} \quad [\text{Eq. 5}]$$

- Número de limas por hora com descontos

$$\text{Eq. 4} - \text{Eq 5} = 176 - 13 = 163 \text{ limas} \quad [\text{Eq. 6}]$$

Uma vez que a metodologia utilizada para medição de tempos foi a mesma do caso anterior, validada com sucesso, não se justificou a medição de tempos para ciclos completos de cada operador para comparar com a soma dos tempos das operações. Assim sendo, o valor a utilizar como objetivo/hora no *standard work* seria o de 176 limas.

3.3.2.2 Definição do *standard work*

De seguida procedeu-se à definição do *standard work*, preenchendo as folhas respetivas com os dados anteriormente recolhidos.

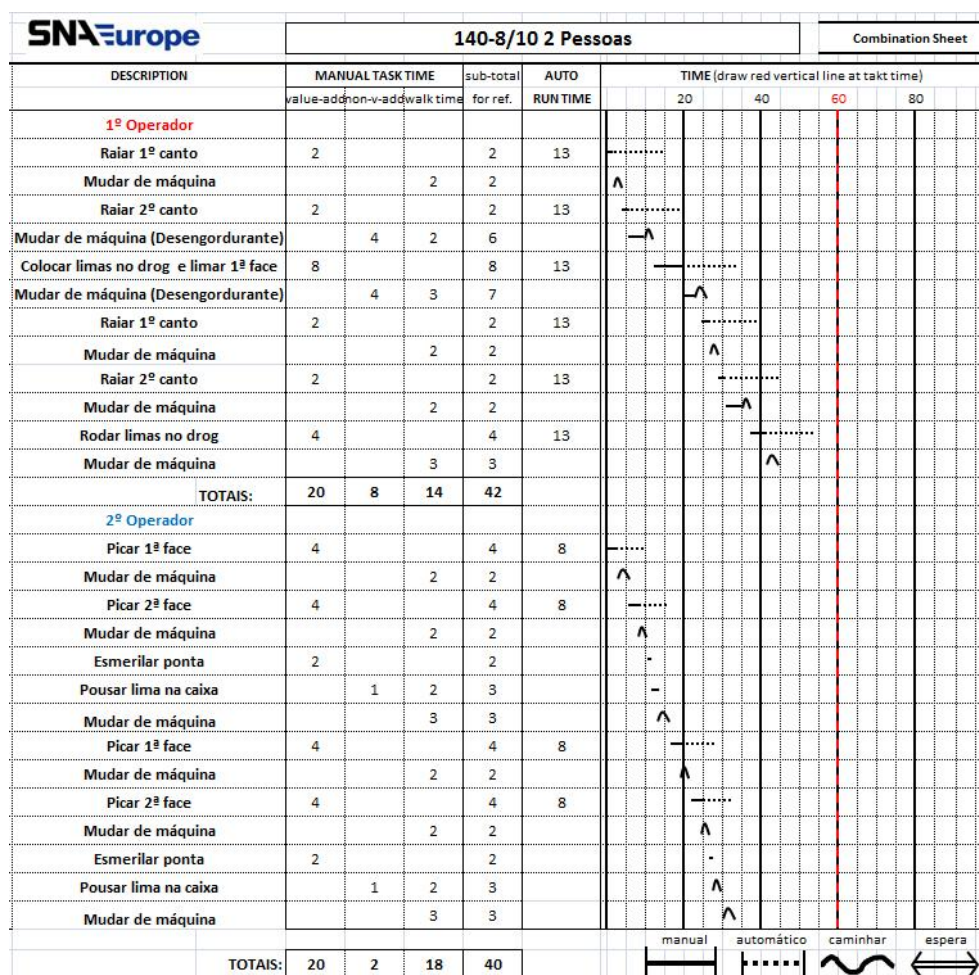


Figura 17 - Gráfico de combinação de tarefas CPS 8-10”(Célula de trabalho com dois operadores)

Analisando o gráfico da figura 17, é possível constatar que, o primeiro operador demora, relativamente ao outro, mais dois segundos a completar o seu ciclo, o que, teoricamente, provocará a falta de material para o outro operador realizar o trabalho. Porém, na prática, isto não se constatou; a diferença de ciclo entre os operadores é tão pequena que, qualquer paragem mínima (o que acontecia frequentemente) por parte de um dos operadores, faria com que o desequilíbrio de um fluxo contínuo se manifestasse.

Através da figura 18, pode-se ver que a presença de dois operadores nesta célula é desnecessária, um vez que, com dois operadores produz-se 4 limas em 82 segundos, quando o *takt time* apenas é de 60 segundos para 1 lima.

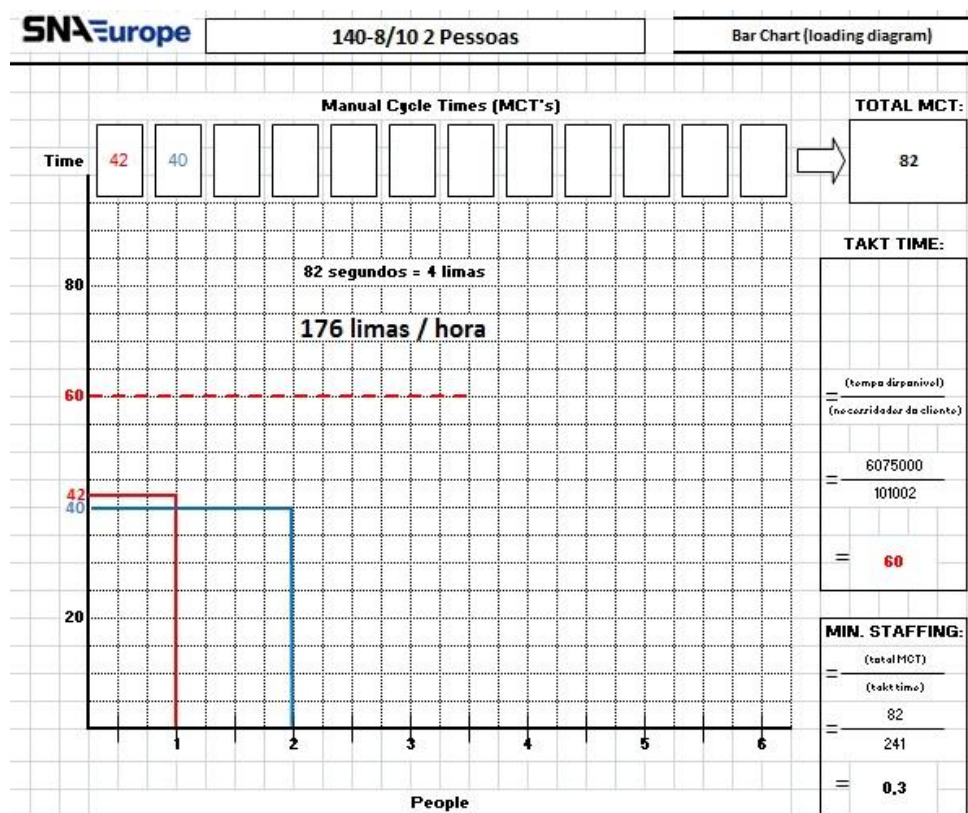


Figura 18 - Gráfico de barras CPS 8-10" (Célula de trabalho com dois operadores)

A quantidade de operadores necessária (*Min. Staffing*) confirma as afirmações anteriores, com um valor inferior a 1 (0,3), o que significa que não é necessário a presença de dois operadores para produzir a quantidade necessária no tempo disponível.

3.3.3. Conclusões

A elaboração dos *standard works* da célula chata de picagem simples 8-10", permitiu identificar diversos desperdícios que poderão ser alvo de estudo e melhoria no futuro.

Pode-se concluir também que, tendo em conta as necessidades de produção e a cadência a que são produzidas, um operador é suficiente para dar resposta às necessidades. A utilização de dois operadores poderá ser uma solução face a imprevistos (ordens extra de produção): esta situação será preferível, em vez de ter dois turnos com um operador, uma vez que os custos do primeiro turno são inferiores aos do segundo turno.

3.4 Célula chata de picagem simples 6”

O objetivo de estudo nesta célula de fabrico foi idêntico ao da célula anterior, pelo que a metodologia utilizada foi a mesma. De referir que, nesta célula nunca foi posta em prática a utilização de dois operadores em simultâneo, pelo que, não foi definido um *standard work* para dois operadores.

Nesta célula foram identificados os produtos apresentados na tabela 11:

Tabela 11 - Referência de produtos produzidos na célula CPS 6”

Referência dos produtos	
138-6	244106030
140-6	244006030
142-6	159026
143-6	159027

Também nesta célula se verificou a possibilidade de agrupar produtos, o que resultou em apenas quatro *standard works* (ver tabela 12) para a totalidade das oito referências.

Tabela 12 - Referências de produtos produzidos na célula CPS 6” após agrupamento

Referências dos produtos
138-6
140-6
142-6 / 143-6
244106030 / 244006030 / 159026 / 159027

3.4.1 Análise e definição da sequência de operações

Este estudo foi realizado sobre o produto 143-6, que em termos de *standard work* é igual ao produto 142-6.

Foi feita uma análise da sequência de operações, identificando as que acrescentariam ou não valor; com base na experiência da célula anterior, foi resumida em vinte e quatro operações (ver tabela 13).

Tabela 13 - Sequência de operações registradas, manuais ou automáticas, com ou sem valor acrescentado

Artigo 143-6				
Sequência de operações	Manual	Autom.	Acres. valor	Não acres. valor
1-Pegar lima, deslocação, picar 1º canto		X	X	
2-Mudar de máquina	X			X
3-Picar 2º canto		X	X	
4-Mudar de máquina (desengordurante)	X			X
5-Colocar limas no drog, limar 1ª face		X	X	
6-Mudar de máquina (desengordurante)	X			X
7-Picar 1ª face		X	X	
8-Mudar de máquina	X			X
9-Picar 2ª face		X	X	
10-Mudar de máquina	X			X
11-Esmerilar ponta	X		X	
12-Pousar lima na caixa	X			X
13-Pegar lima, deslocação, picar 1º canto		X	X	
14-Mudar de máquina	X			X
15-Picar 2º canto		X	X	
16-Mudar de máquina	X			X
17-Rodar limas no drog, limar 2ª face		X	X	
18-Mudar de máquina	X			
19-Picar 1ª face		X	X	
20-Mudar de máquina	X			X
21-Picar 2ª face		X	X	
22-Mudar de máquina	X			X
23-Esmerilar ponta	X		X	
24-Pousar lima na caixa	X			

3.4.1.1 Recolha e análise de tempos

Seguindo a mesma metodologia procedeu-se ao registo e tratamento de tempos (tabela 14). Os tempos detalhados poderão ser consultados no anexo C.1.

Tabela 14 - Recolha de tempos para o artigo 143-6

Sequência de operações	Tempo					
	Média (seg)	Automático (seg)	Espera (seg)	Total Espera/h (min)	Atividade/h(%)	Inatividade/h(%)
1-Pegar lima, deslocação, picar 1º canto	5	7	21	48,48	19	81
2-Mudar de máquina	2					
3-Picar 2º canto	2	8	27	47,12	21	79
4-Mudar de máquina(desengordurante)	5					
5-Colocar limas no drog, limar 1ª face	9	15	15	36	40	60
6-Mudar de máquina(desengordurante)	5					
7-Picar 1ª face	3	6	33	50,24	16	84
8-Mudar de máquina	2					
9-Picar 2ª face	2	6	34	50,24	16	84
10-Mudar de máquina	2					
11-Esmerilar ponta	2					
12-Pousar lima na caixa	3					
13-Pegar lima, deslocação, picar 1º canto	5	7	30	48,48	19	81
14-Mudar de máquina	2					
15-Picar 2º canto	2	8	32	47,12	21	79
16-Mudar de máquina	2					
17-Rodar limas no drog, limar 2ª face	6	15	15	36	40	60
18-Mudar de máquina	2					
19-Picar 1ª face	3	6	24	50,24	16	84
20-Mudar de máquina	2					
21-Picar 2ª face	2	6	25	50,24	16	84
22-Mudar de máquina	2					
23-Esmerilar ponta	2					
24-Pousar lima na caixa	3					
Total	75					

Nesta célula foram também registados tempos de operações, que não faziam parte do *standard work* (tabela 15).

Tabela 15 - Tempos de operações que não fazem parte do *standard work*

Operações	Tempo (seg)
Limpar caixas	8
Aplicar óleo para picar	10
Aplicar óleo para raiar	6
Limpar com ar comprimido (1x a cada 12 limas/6 ciclos)	54
Registar quadro produção	30
Diversos	60
Total	168

Procedeu-se aos cálculos dos seguintes dados:

- Número ideal de limas por hora, considerando uma eficiência de 100%

$$\frac{\text{Nº de limas produzidas por ciclo}}{\text{Tempo de ciclo}} \times 3600 \text{ s} = \frac{2}{75} \times 3600 = 96 \text{ limas} \quad [\text{Eq. 7}]$$

- Número de limas equivalente ao tempo das op. que não acrescentam valor

$$\frac{\text{Tempo total das operações que não acrescentam valor}}{\text{Tempo de ciclo}} \times 2 = \frac{168}{75} \times 2 = 6 \text{ limas} \quad [\text{Eq. 8}]$$

- Número de limas por hora com descontos

$$\text{Eq. 7} - \text{Eq. 8} = 96 - 6 = 90 \text{ limas} \quad [\text{Eq. 9}]$$

Tal como no caso anterior, o número a afixar no *standard work* seria o valor relativo a uma eficiência de 100% (neste caso, 96 limas).

3.4.1.2 Definição do *standard work*

Registados os tempos e definida a sequência de trabalho, foram registados nas respetivas folhas os *standards works* para afixação no quadro de produção.

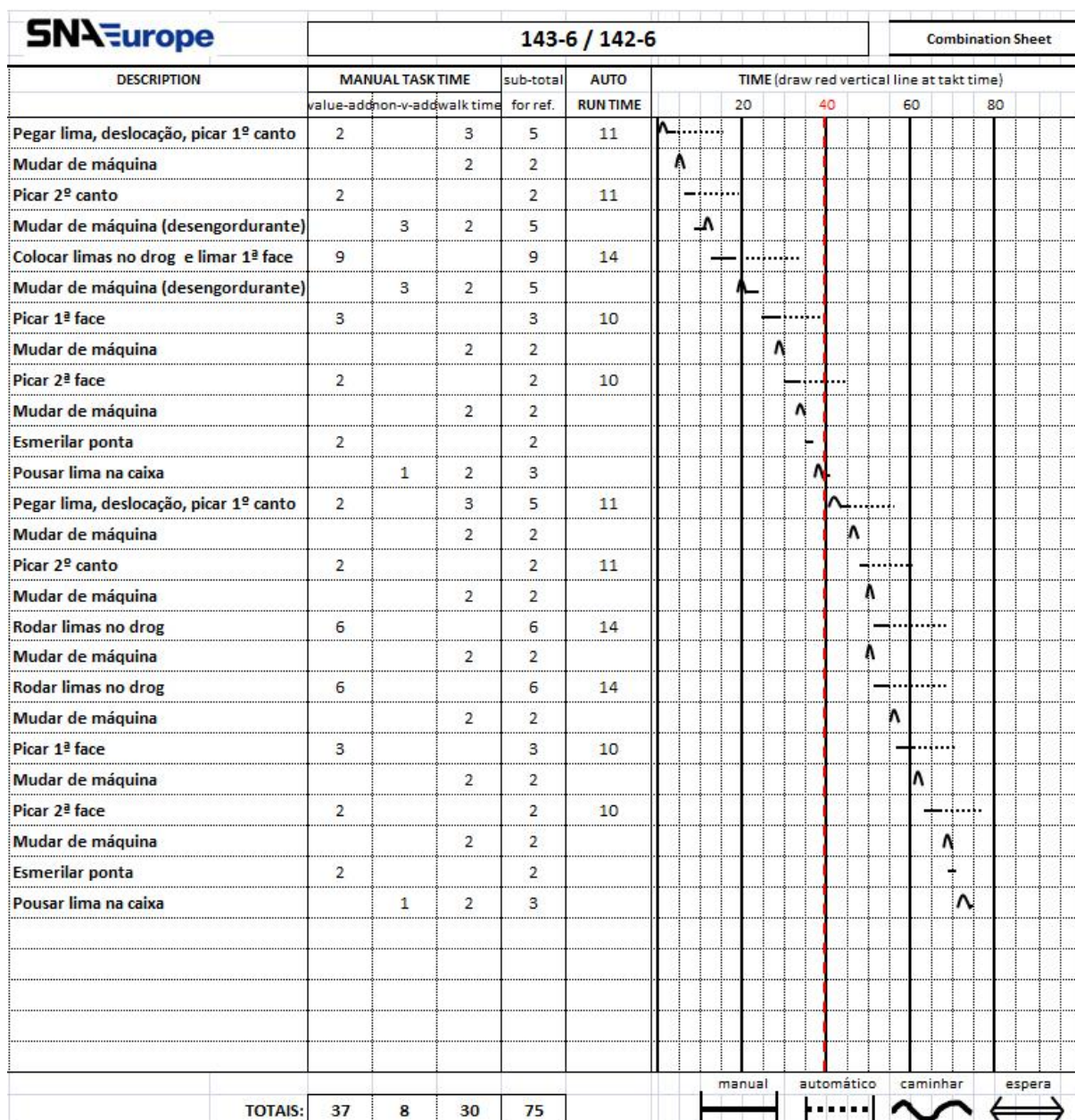


Figura 19 - Gráfico de combinação de tarefas CPS 6''

Tal como no caso anterior, a sequência de operações é facilmente entendida por qualquer observador. Neste caso o *takt time* (40 segundos) é inferior ao tempo de ciclo (75 segundos) mas, também aqui são produzidas duas limas por ciclo pelo que, em princípio, não haverá dificuldade em dar resposta às necessidades dos clientes, embora neste caso já se aproxima um pouco do limite, como se pode ver na figura 20.

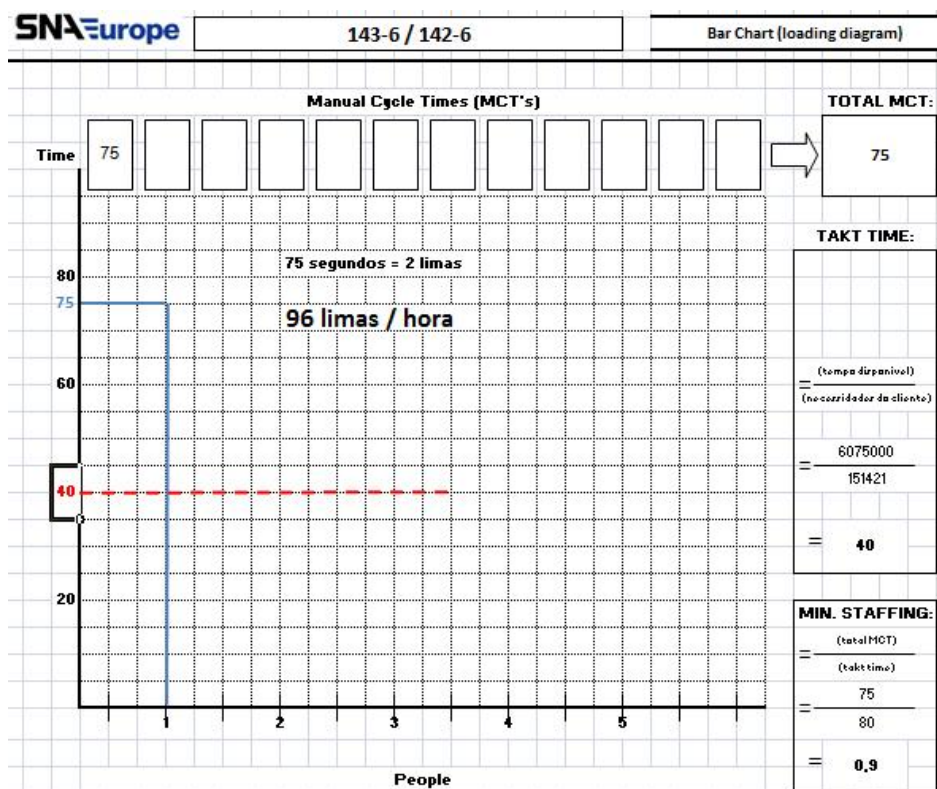


Figura 20 - Gráfico de barras CPS 6"

Observa-se um valor de 0,9 para o número de operadores necessário, significando que uma pessoa chega para dar resposta às necessidades. Estes cálculos, foram realizados para uma eficiência de cem por cento, o que, apesar de ser o objetivo de qualquer empresa, nem sempre é conseguido durante o tempo de trabalho, devido a imprevistos, desperdícios, ou outras causas.

3.4.2 Conclusões e análise de resultados

Também neste caso procedeu-se à validação dos objetivos traçados. A análise das folhas de produção, permitiu constatar que o objetivo nunca era atingido e que os valores registados pelo operador variavam bastante. Por diversas vezes, os valores de produção não ultrapassavam metade do valor objetivo. Assim, foi também feita uma análise do processo para averiguar as causas reais de tais resultados. Durante dezanove horas de análise no terreno e utilizando o mesmo método que no caso anterior, foi possível chegar aos resultados apresentados na figura 21.

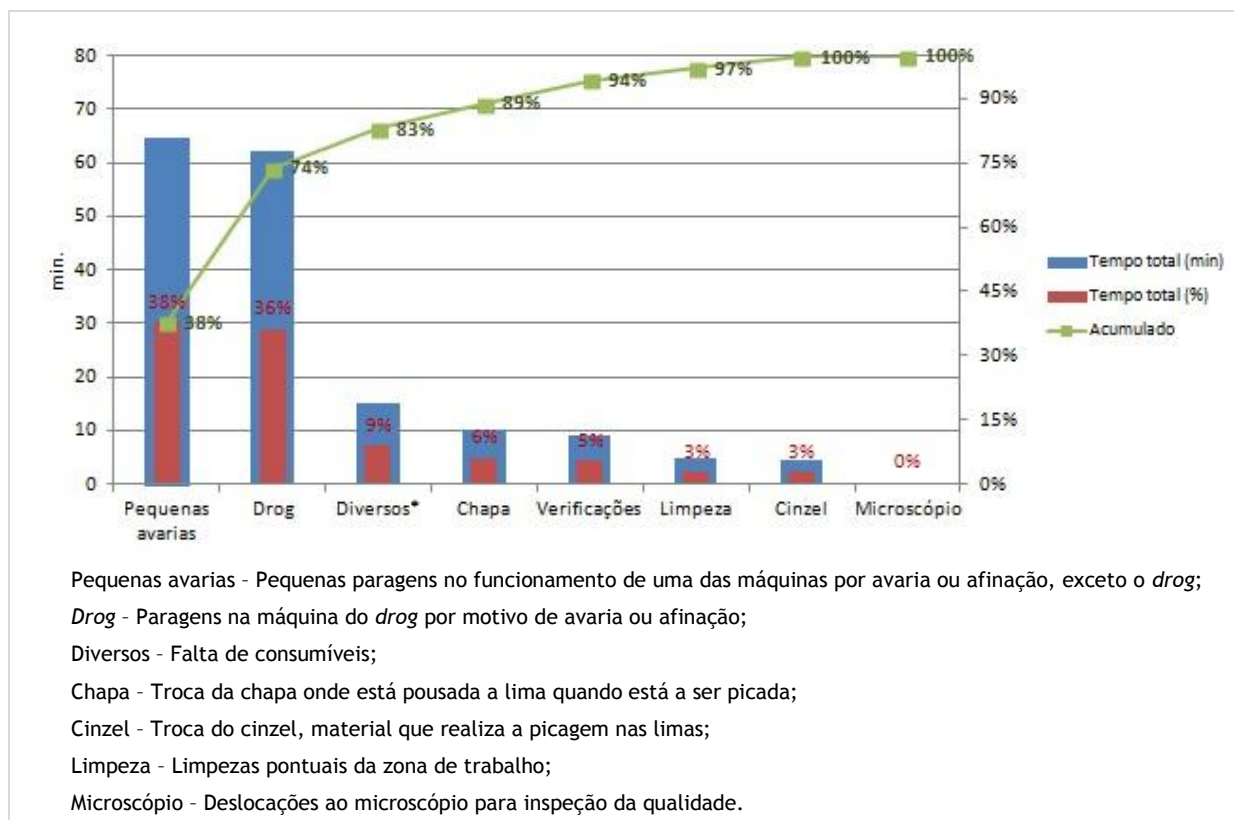


Figura 21 - Diagrama Pareto com os tempos e percentagens consumidos pelas causas observadas

Constata-se que a principal causa de perda de tempo são as “pequenas avarias” (38%). No sentido de se analisar problema do “*drog*” (com um valor de ocorrências mais elevado como se pode observar no anexo C.3) foi realizado um estudo desta máquina para identificar as principais causas de paragem. Chegou-se à conclusão que:

- o movimento brusco no arranque e paragem da máquina, fazia com que as limas saltassem e, as chapas que servem de base torcessem, o que requeria a sua substituição ou reparação;
- também se verificou que o intervalo da especificação da lima era demasiado largo, o que fazia com que algumas limas ficassem menos presas, permitindo que se soltassem durante o normal funcionamento do *drog* e provocassem paragens.

Também nesta célula de trabalho, caso se eliminem os problemas identificados, não será necessário mais do que um operador para dar resposta às necessidades dos clientes.

4. Análise, definição e aplicação do *standard work* nas células de têmpera de limas de engenharia

4.1 Introdução

A secção de têmpera é constituída por cinco células de fabrico, tendo quatro delas sido incluídas no estudo (a outra célula é utilizada esporadicamente). Nestas células havia o problema dos objetivos não serem atingidos. De referir que, nestas células passam todas as limas de engenharia que saem da picagem (vinte e quatro células de picagem). A divisão dos produtos pelas células é feita previamente, com base nas características da lima e de acordo com o tipo de têmpera a realizar (em água ou em óleo).

4.2 Célula de têmpera MFF2

Apenas será apresentado o estudo realizado na célula de têmpera MFF2, uma vez que foi a única em que foi possível alterar a sequência de operações com o objetivo aumentar a produtividade. No entanto, o estudo efetuado nesta célula, foi igualmente realizado nas restantes, tendo-se atualizado os respetivos objetivos. Nesta célula as limas são colocadas em suportes, em função da sua largura e comprimento, havendo suportes para duas, três, cinco, oito e dez limas. Foi então necessário definir objetivos para cada um destes suportes, tendo em consideração que em cada um havia variação de produtos.

4.2.1 Análise e definição da sequência de operações

Começou-se por fazer uma análise das tarefas realizadas na célula, questionando o colaborador sobre operações que eram efetuadas e sobre o funcionamento e parâmetros das máquinas. Após algumas horas de observação, foi possível identificar oportunidades de melhoria na sequência de operações, designadamente identificaram-se períodos em que o operador esperava que as operações automáticas das máquinas terminassem, sem aproveitar para fazer mais nada.

Foi registado o estado atual da sequência de operações (tabela 16) realizada pelo operador:

Tabela 16 - Sequência de operações atual, célula MFF2

Sequência de operações do colaborador
1- Carregar suporte (acionar indutor)
2- Espera
3- Retirar suporte do indutor e colocar no arrefecimento
4-Espera
5-Retirar suporte do arrefecimento e descarregar suporte no pente
6-Desempenar e colocar na caixa

Constata-se que a operação “mudança de máquina” era ocultada da sequência uma vez que a proximidade das máquinas permitia que a “mudança de máquina” fosse realizada apenas com a rotação do corpo.

De referir também, outros problemas identificados durante a análise desta célula:

- Na ausência do chefe de célula, os operadores têm de ir buscar caixas de material para trabalharem, o que implica, muitas vezes, andarem à procura de transporte para carregar várias caixas de uma só vez; por não saberem a sequência de produção transportam as caixas dos produtos que evitam Setup.
- O parâmetro (temperatura) pré-definido nas máquinas de aquecimento está desatualizado; assim, os operadores, de cada vez que mudam de produto, têm que fazer inúmeros testes a diferentes temperaturas (uma espécie de tentativa erro) até obterem os valores corretos. Para cada amostra, os operadores têm que se deslocar para limpar a amostra na máquina de lavagem e inspecionar a qualidade, perdendo demasiado tempo (cerca de 5 minutos por cada amostra).

No sentido de eliminar estes problemas, durante o estudo das células de têmpera, registou-se o parâmetro correto das máquinas de aquecimento, com base na aprovação das amostras pela inspeção da qualidade. Esses parâmetros podem ser consultados no anexo D.4.

4.2.2 Recolha e análise de tempos

Foram recolhidos tempos dos ciclos completos relativos a vários artigos. De referir que os tempos de ciclo são relativos à atual sequência de operações, uma vez que a proposta anteriormente apresentada ainda não tinha sido implementada.

Assim, após a recolha de tempos, obteve-se resultados apresentados na tabela 17:

Tabela 17 - Tempos de ciclo para os artigos da célula MFF2

Referência do Produto	Suporte (nº de limas)	Tempo de ciclo médio (seg)
100-8	10	69
110-8	10	67
110-12	3	62
344-8	8	61
210-8	10	59
100-14	2	58
110-10	5	55
100-10	5	55
210-14	2	52
210-12	3	51
210-10	5	45

O valor médio do tempo de ciclo foi calculado a partir de uma amostra de 10 tempos para cada produto.

Após a recolha dos tempos, foi necessário agrupá-los, para os afixar no quadro de produção, evitando a troca constante de *standard work*.

Observando a tabela 17, verifica-se que existem três variáveis que afetam o tempo de ciclo: tipo de lima (lima chata ou meia cana), número de limas que levava cada suporte e tamanho da lima.

Assim, resolveu-se proceder ao agrupamento de artigos com base naquelas variáveis. Para demonstrar, apresenta-se como exemplo o suporte de 10 limas (produtos assinalados a vermelho na tabela 17). Para este tipo de suporte tem-se três produtos, dois são limas chatas (100/110 na referência do produto), pelo que será usado o valor médio (68 segundos), uma vez que os tempos de ciclo (67 e 69 segundos) são muito próximos; o outro produto é uma lima do tipo meia cana (200/210 na referência). Fazendo os cálculos do objetivo de produção para o suporte de 10 limas, obteve-se:

Número de limas chatas por hora de produção = $\frac{\text{tempo de 1h}}{\text{tempo de ciclo}} \times n^{\circ} \text{ de limas por suporte}$

- Número de limas chatas por hora de produção = $\frac{3600}{68} \times 10 = 529$ [Eq. 10]
- Número de limas meia cana por hora de produção = $\frac{3600}{59} \times 10 = 610$ limas [Eq. 11]

O mesmo cálculo, foi realizado para os restantes tipos de suporte.

4.3.3 Definição do *standard work*

Após efetuados os cálculos, construiu-se a tabela da figura 22 para afixação no quadro de produção. Desta forma é possível afixar no quadro de produção uma única folha com os objetivos de todos os produtos.

SNA Europe		Célula Têmpera MFF2			
Suporte Tamanho	2	3	5	8	10
8" Chata				61 segundos - 8 limas 472 limas / hora	68 segundos - 10 limas 529 limas / hora
8" Meia Cana					59 segundos - 10 limas 610 limas / hora
10" Chata			55 segundos - 5 limas 327 limas / hora		
10" Meia cana			45 segundos - 5 limas 400 limas / hora		
12" Chata		62 segundos - 3 limas 174 limas / hora			
12" Meia Cana		51 segundos - 3 limas 212 limas / hora			
14" Chata	58 segundos - 2 limas 124 limas / hora				
14" Meia cana	52 segundos - 2 limas 138 limas / hora				

Figura 22 - Objetivos de produção por hora para a célula MFF2

No anexo D.1 a D.3, poderão ser analisados os objetivos de produção para os vários produtos das outras células de têmpera.

4.3.4 Proposta de uma nova sequência de operações

Para o estudo de uma nova sequência de operações foi necessário utilizar os tempos de operação, para analisar a possibilidade de introduzir novas operações. Foi necessário

também verificar se a alteração da sequência, não prejudicava o fluxo contínuo de trabalho.

Uma operação de extrema importância é garantir que mal termina a operação de aquecimento das limas, estas têm que ser imediatamente arrefecidas no meio de arrefecimento de forma a obter-se a microestrutura desejada que confere à lima a dureza pretendida. A nova sequência de operações, não podia condicionar esta operação. Assim, foi necessário identificar o artigo com menor tempo de aquecimento, para se conhecer o tempo de trabalho que se poderia inserir. O tempo de aquecimento, mais baixo verificado foi 16 segundos, ou seja, o operador espera no mínimo 16 segundos por ciclo, podendo ultrapassar os 20 segundos, noutros produtos. Assim, perante este tempo de espera, foi possível adaptar a sequência de operações de forma a obter-se ganhos de produtividade.

Foi proposta uma alteração na sequência de operações, de acordo com a tabela 18. Foram introduzidas novas operações sem alteração do fluxo contínuo de produção e, como será analisado de seguida, houve uma melhoria de produtividade.

Tabela 18 - Sequência de operações proposta, célula MFF2

Sequência de operações do colaborador
1-Carregar suporte (acionar indutor)
2-Retirar suporte do indutor e colocar no arrefecimento
3-Colocar suporte no indutor
4-Carregar suporte (acionar indutor)
5-Colocar suporte no pente de descarregar limas
6-Retirar suporte do indutor e colocar no arrefecimento
7-Descarregar suporte, desempenar e colocar na caixa
8-Retirar suporte do arrefecimento, descarregar suporte, desempenar e colocar na caixa

Para a definição da sequência de trabalho proposta é exemplificado o caso do suporte de 5 limas do produto 110-10:

- Tempo médio de ciclo atual: 55 segundos
- Produção de uma hora: $\frac{3600}{55} \times 5 = 327$ limas
- Tempo médio de ciclo novo: 84 segundos
- Produção de numa hora: $\frac{3600}{84} \times 10 = 428$ limas

Daqui pode-se concluir que apesar do aumento do tempo de ciclo em 29 segundos, numa hora de trabalho, a produção aumenta em cerca de 30%, o que um aumento é muito considerável. Esta sequência foi também testada, teoricamente com sucesso nos outros produtos, pelo que parece ser uma opção viável a ter em consideração no futuro.

5. Análise do *FIFO* (*first in - first out*) no processo de fabrico

O objetivo deste estudo foi tornar o fluxo de material o mais contínuo possível, de forma a evitar paragens do material demasiado longas, bem como organizar melhor a entrada e saída desta área.

O objetivo do *FIFO* é garantir que o primeiro produto a entrar num processo de armazenagem é o primeiro a sair, tornando o fluxo sequencial, normalmente, entrando por um lado, e saindo pelo outro. O *FIFO* é normalmente uma condição fundamental para a implementação de um sistema “puxado”. Na figura 23 está representado o “*FIFO lane*” dos produtos que saem da picagem e que têm como destino a têmpera.



Figura 23 - “*FIFO lane*” intermediário das operações de picagem e têmpera.

5.1 Fluxo de produtos

O *FIFO* estava dividido de acordo com as quatro células de têmpera para onde deveriam ir as caixas de limas que vinham da zona picagem, sabendo-se assim as caixas destinadas a cada célula de têmpera. A entrada é efetuada pelo abastecedor, comboio logístico, que traz as caixas das células de picagem e as coloca na entrada do *FIFO*. A saída é realizada pelo chefe da têmpera, com uma empilhadora, que sempre que necessário, retira as caixas do lado de saída do *FIFO* e as leva às células de têmpera.

Principais problemas encontrados no *FIFO*:

- Na entrada, a colocação das caixas é realizada de acordo com o espaço disponível no *FIFO*, não ficando pela ordem correta, nem no local correto;

- A saída das caixas tanto é efetuada pela entrada como pela saída, fazendo com que as caixas do meio demorem muito tempo a sair; caso não se retire sempre do mesmo lado, o fluxo de caixas não prossegue e, não se consegue retirar as caixas que se encontram no meio, ficando aí retidas.
- A mistura das caixas faz com que seja difícil ao chefe de célula alcançar a caixa correta para levar para a respetiva célula de têmpera, fazendo com que contorne o *FIFO*, retirando apenas as caixas que consegue alcançar com os braços.

5.2 Proposta de melhoria

Depois de identificados os principais problemas, uma solução seria reunir com os operadores e fazer com que o *FIFO* fosse cumprido. Outra solução, mais radical, seria eliminar o *FIFO*, já que constitui um desperdício, o produto ali parado, mesmo que organizado e a cumprir o seu objetivo. Desta forma, os problemas identificados seriam resolvidos, conseguindo-se:

- um fluxo de material mais contínuo;
- evitar paragens de armazenamento desnecessárias;
- eliminar perdas de tempo com deslocações para se ir colocar e retirar caixas;
- ganhar mais espaço;
- que as caixas entrem nas células de têmpera por ordem de entrada nos bordos de linha

Com esta solução, ter-se-ia que garantir que as caixas das células de picagem, entrassem diretamente na têmpera. Para isso, teve que se analisar a quantidade de material produzido na picagem e a capacidade das células de têmpera. Esta análise baseou-se nos dados de um mês de produção.

Os cálculos da quantidade produzida na picagem e na têmpera podem ser consultados em pormenor no anexo E.1 a E.4. Constata-se que, em treze dias, a produção da picagem é ligeiramente superior à da têmpera. Esta diferença poderá ser eliminada assim que se resolver o problema (repetição do trabalho realizado por motivos de qualidade) observado na têmpera que reduz a produtividade para metade do alvo, uma vez que o operador tem que efetuar duas vezes o mesmo trabalho.

A aplicação da nova sequência de operações, elaborada para a célula MFF2 (Tabela 17 do ponto 4.2.1) é capaz de alcançar uma melhoria de 30% ao nível de produtividade,

poderá ser outro fator a contribuir para reduzir a diferença de produção das duas áreas. Outra solução passaria pela substituição dos atuais bordos de linha (figura 24), onde são colocadas as caixas para a têmpera por outros com maior capacidade (figura 25).



Figura 24 - Atual bordo de linha de uma célula de têmpera.

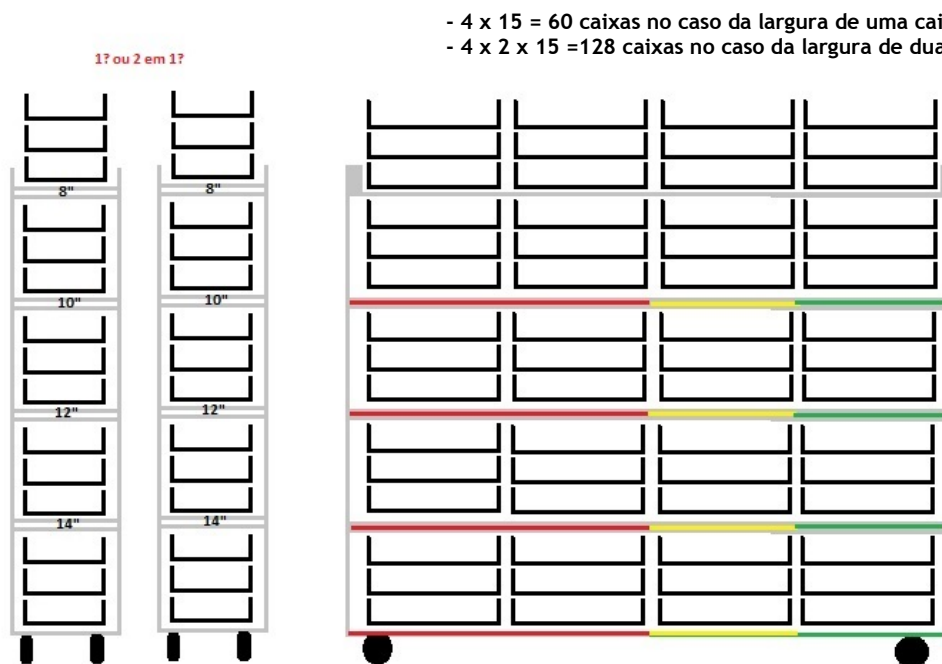


Figura 25 - Exemplo de um projeto de um bordo de linha para as células de têmpera.

Considerando que cada caixa contém 20 limas e um bordo de linha com uma largura de uma caixa, ter-se-ia 60 caixas, que correspondem a 1200 limas. Multiplicando pelas quatro células de têmpera, ter-se-ia 4800 limas, que é um valor suficiente para dar resposta à quantidade produzida nas células de picagem.

Esta proposta de melhoria deve ser considerada num futuro próximo.

Os operadores e chefes de célula desempenham um papel fundamental na melhoria contínua porque mais do que ninguém sabem como se trabalha, assim sugere-se a implementação de um “quadro de melhoria contínua” (ver anexo F.1) para os operadores sugerirem melhorias a serem analisadas pelos responsáveis, com base nos custos, dificuldade de implementação, benefícios e duração do projeto.

O objetivo é colocar-se as sugestões escritas em papel (ver anexo F.2) no quadro. A zona vermelha indica que as sugestões se estão a acumular e é necessário dar resposta urgente às sugestões. Na zona beije os responsáveis colocam as sugestões selecionadas para uma análise mais detalhada. A folha é retirada do quadro, cinco dias após a execução da ação sugerida. As sugestões analisadas são classificadas de 1 a 20; quanto mais alto o valor, mais recomendada é a sua implementação (ver anexo F.3).

6. Conclusões

Com a elaboração deste projeto foi possível atualizar os *standard works* para as células da picagem e da têmpera, redefinindo não só a sequência de operações com base num fluxo contínuo, mas também, os objetivos de produção horária, que são imprescindíveis para o cálculo da carga de cada célula e para um bom planeamento da produção.

A aplicação de algumas das ferramentas *lean* (*standards works*, ciclo PDCA/SDCA, gestão visual, entre outras) permitiu identificar desperdícios e convertê-los em valor acrescentado para o cliente.

A presença contínua no “chão da fábrica” é um fator fulcral para a identificação e realização de melhorias.

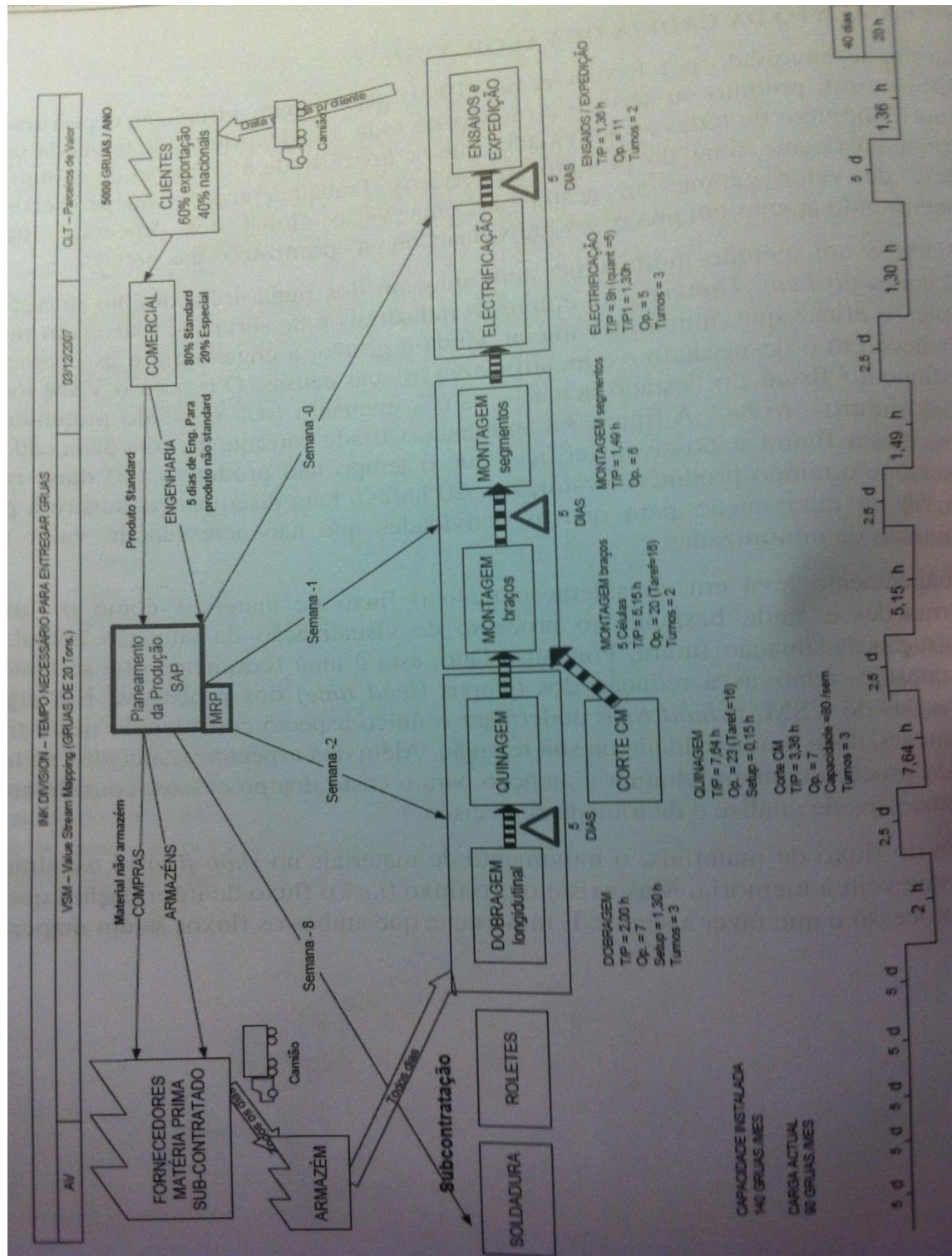
Foi possível concluir que nos casos estudados ainda há espaço para melhorias significativas.

7. Bibliografia

- [1] **Universidade do minho. 2012.** “*SNA Europe: a ferramenta como o prolongamento da mão.*” Empresas & Empresários. Acedido em Junho de 2014. ID:45272405.
- [2] **ISixsigma.2014.** “*Dictionary*”. Acedido em Junho de 2014. <http://www.isixsigma.com>
- [3] **Take it Forward. 2013.** “*The life of Henry Ford*”. Acedido em Junho de 2014. <http://www.thehenryford.org/exhibits/hf/>
- [4] **Toyota Global.2012.** “*A 75-Year History Trough Text*”. Acedido em Junho de 2014. http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years
- [5] **Womack, Jones e Daniel Roos. 1990.** *The Machine That Changed the World*. New York: Macmillan Publishing Company.
- [6] **Drew, McCallum e Stefan Roggenhofer. 2004.** *Journey to Lean: Making operational change stick*. New York: Palgrave Macmillan.
- [7] **Pinto, J. P. 2009.** *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. 5ª Edição, Lisboa-Porto: Lidel - edições técnicas, lda.
- [8] **Vorne Industries Inc..2013.** “*Basics of SMED*”. Acedido em Junho de 2014. <Http://www.leanproduction.com>
- [9] **Lean Enterprise Institute Inc..2014.** *Lexicon Lean: a graphical glossary for lean thinkers*. 4th Edition, Cambridge: Lean Enterprise Institute
- [10] **Nunes, Carvalho, Carvalho, Mitico e Leticia Granado. (2012).** “*Sistema Toyota de Produção*”. Acedido em Maio de 2014. <http://www.loginlogoutjornal.blogspot.pt>
- [11] **Imai, Masaaki. 1997.** *Gemba Kaizen: A Commonsense, low-cost approach to management*. New York: MCGraaw-Hill.
- [12] **Rother e John Shook. 1999.** *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA*. Version 1.2, Massachussets: The Lean Enterprise Institute.
- [13] **Suzaki, Kiyoshi. 2010.** *Gestão de operações Lean: Metodologias Kaizen para a melhoria contínua*. Mansores: LeanOp, Unipessoal Lda.
- [14] **4Lean. (2011).** “*Ferramentas Lean*”. Acedido em Junho de 2014. <http://www.4lean.net>
- [15] **Courtois , Pillet e C.M. Bonnefous. 2007.** *Gestão da produção: Para uma gestão ágil, criativa e cooperante*. 5ª Edição, Lisboa-Porto: Lidel - edições técnicas, lda.
- [16] **Velaction Continous Improvement.2014.** “*Lean Forms Directory*”. Acedido em Junho de 2014. <http://www.velaction.com/products-services/lean-products/lean-forms/>

Anexo A

Exemplo de um VSM de uma empresa de produção de guias [4].



Anexo B

B.1 Registo de tempos do produto 140-8.

Referência do artigo: 140-8																		
TEMPOS IDEAIS																		
Operações Manuais		Tempo (Cents. s)										Média (cents.s)			Automático (s)		Tempo de espera (s)	
		0.10	0.08	0.09	0.10	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.10	0.09	6	13		16		
Pegar lima, deslocção, ralar 1º canto	Mudar de máquina	0.03	0.03	0.04	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	2					
Ralar 2º canto	Mudar de máquina	0.03	0.02	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.02	0.02	0.03	2	13		20		
Colocar limas no drog e limar 1ª face	Mudar de máquina	0.07	0.19	0.05	0.07	0.05	0.05	0.05	0.03	0.05	0.04	0.06	5					
	Mudar de máquina	0.12	0.05	0.11	0.10	0.11	0.11	0.09	0.05	0.11	0.09	0.09	6	13		21		
	Picar 1ª face	0.21	0.04	0.09	0.14	0.04	0.06	0.06	0.10	0.06	0.04	0.08	5					
	Mudar de máquina	0.06	0.05	0.05	0.05	0.07	0.07	0.08	0.14	0.04	0.08	0.07	4	8		31		
	Picar 2ª face	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.03	0.04	2					
	Mudar de máquina	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.07	0.04	0.08	0.08	0.06	4	8		31		
	Esmerilar ponta	0.03	0.02	0.13	0.03	0.03	0.04	0.03	0.05	0.04	0.03	0.04	3					
	Mudar de máquina	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.08	0.03	2					
	Pousar lima na caixa	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.02	0.04	0.03	0.04	3					
Pegar lima, deslocção, ralar 1º canto	Mudar de máquina	0.10	0.10	0.10	0.12	0.09	0.11	0.09	0.08	0.10	0.08	0.10	5	13		25		
	Ralar 2º canto	0.03	0.03	0.03	0.02	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	2					
	Mudar de máquina	0.03	0.04	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.04	0.02	0.03	2	13		28		
	Rodar limas no drog	0.07	0.04	0.13	0.06	0.05	0.05	0.06	0.09	0.04	0.17	0.08	2					
	Mudar de máquina	0.12	0.11	0.05	0.15	0.10	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.07	4	13		21		
	Picar 1ª face	0.21	0.05	0.07	0.08	0.03	0.03	0.05	0.05	0.05	0.04	0.07	2					
	Mudar de máquina	0.06	0.05	0.05	0.04	0.03	0.05	0.07	0.05	0.06	0.05	0.05	4	8		23		
	Picar 2ª face	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.03	0.04	2					
	Mudar de máquina	0.06	0.04	0.06	0.04	0.09	0.09	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	4	8		23		
	Esmerilar ponta	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	2					
	Pousar lima na caixa	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	2					
		0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04	0.02	0.05	0.05	0.04	0.04	3					
Total / 2 limas (s)		94,20	70,86	85,32	82,44	71,16	72,42	69,90	70,08	70,14	73,80	1,27	78					
Total por unid/hora ideal		76,43	101,61	84,39	87,34	101,18	99,42	103,00	102,74	102,65	97,56		92					

B.2 Tempos calculados para as máquinas com base nos dados d B.1

Tempo de espera por hora(s)	Tempo de espera min/h	% actividade	% não activa
2404	40:04	33	67
2404	40:04	33	67
2404	40:04	33	67
2864	47:44	20	80
2864	47:44	20	80

B.3 Tempos de ciclos (Produto 140-8)

PRODUÇÃO IDEAL COM MEDIÇÕES DE CICLO COMPLETO												
Ciclo completo / 2 limas	1,35	1,22	1,42	1,23	1,32	1,20	1,21	1,23	1,21	1,29	1,27	76
Total por unid / hora ideal	88,82	98,28	84,81	97,72	91,05	100,17	99,01	97,72	99,34	92,74		95

B.4 Tempos de operações que geram desperdício (Produto 140-8)

Nº	Descrição	Tempo total	Tempo Acumulado	Tempo médio/h	Percentagem	Nº de ocorrências Total	Nº de ocorrências / h
1	Diversos*	27:06	00:27:06	01:42	24%	21	1,3
2	Microscópio	27:04	00:54:10	01:41	24%	61	3,8
3	Pequenas avarias	21:15	01:15:25	01:20	19%	10	0,6
4	Chapa	19:50	01:35:15	01:14	18%	7	0,4
5	Verificações	07:55	01:43:11	00:30	7%	23	1,4
6	Cinzel	05:46	01:48:56	00:22	5%	3	0,2
7	Limpeza	03:01	01:51:58	00:11	3%	10	0,6
Total		1:51:58		07:00	100,00%	135	8,4
Número de horas observadas para os calculos: 16h							
*Diversos: Buscar limas, sucata, oleo, conversa							
Total de tempo/sema 04:39:54							

B.5 Produção do operador da célula CPS 8-10” em cada 5 minutos

Tempo(min)	Produção	Produção	Produção	Produção	Produção	Produção	Produção	Media/5min	Media/10m	Eficiência
5	6	0	4	6	4	0	6	4	5	63
10	8	0	5	6	10*	10	7	6	6	78
15	7	0	8	5	10*	0	7	9	7	87
20	7	0	7	6	0	0	3	8	6	75
25	7	3	7	6	0	0	9	7	7	79
30	8	7	9	10	10*	0	6	8	8	97
35	6	3	10	9	10*	0	8	9	8	91
40	7	9	10	8	12*	0	7	7	8	97
45	8	8	6	0	12*	0	9	9	7	81
50	5	8	7	4	5	0	8	4	6	73
55	9	9	8	8	9	0	9	0	7	87
60	7	10	4	4	0	0	6	12	7	87
Total	85	57	85	72		10	85	83		
Produção média p/ cumprir objectivo	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8	8	8		

Anexo C

C.1 Registo de tempos do produto 143-6

Identificação da célula: CPS 6"															Automático (s)		Tempo de espera (s)											
Referência do artigo: 1-143-6-1-N															Média		Média (s)											
TEMPOS IDEAIS															Tempo (Cents. s)		Média											
Operações Manuais															Tempo (Cents. s)		Média											
pegar, trocar lima e pôr a picar 1º canto	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,06	0,07	0,08	0,08	5	21								
mudar de máquina	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	2									
pegar, trocar lima e pôr a picar 2º canto	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,07	0,04	2	27								
mudar de máquina	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08	0,10	0,08	5									
Colocar limas no drog e limar 1ª face	0,17	0,17	0,16	0,09	0,03	0,10	0,19	0,09	0,03	0,10	0,19	0,20	0,24	0,20	0,19	0,20	0,24	0,16	9	15								
mudar de máquina	0,04	0,04	0,04	0,19	0,04	0,16	0,04	0,19	0,04	0,16	0,04	0,05	0,04	0,06	0,20	0,05	0,04	0,09	5									
pegar, trocar lima e pôr a picar 1ª face	0,06	0,06	0,06	0,04	0,05	0,07	0,07	0,04	0,05	0,07	0,07	0,05	0,06	0,04	0,07	0,05	0,06	0,06	3	33								
mudar de máquina	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,05	0,03	0,05	0,05	0,05	0,03	0,05	0,04	2									
pegar, trocar lima e pôr a picar 2ª face	0,03	0,03	0,02	0,04	0,08	0,05	0,02	0,04	0,08	0,05	0,02	0,04	0,03	0,04	0,02	0,04	0,03	0,04	2	34								
mudar de máquina	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,04	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,04	0,05	0,06	0,04	2									
esmerilar ponta	0,03	0,05	0,04	0,04	0,04	0,07	0,04	0,04	0,07	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	2									
pousar lima na caixa	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	3									
pegar, trocar lima e pôr a picar 1º canto	0,07	0,06	0,08	0,07	0,09	0,07	0,07	0,07	0,09	0,07	0,07	0,09	0,07	0,08	0,07	0,09	0,07	0,08	5	30								
mudar de máquina	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	2									
pegar, trocar lima e pôr a picar 2º canto	0,03	0,03	0,04	0,06	0,05	0,04	0,06	0,04	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	2	32								
mudar de máquina	0,07	0,06	0,02	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,05	0,02	0,04	0,06	0,05	0,02	2									
rodar limas no drog	0,09	0,09	0,13	0,07	0,09	0,08	0,10	0,07	0,09	0,08	0,10	0,10	0,10	0,09	0,10	0,10	0,09	0,09	6	15								
mudar de máquina	0,03	0,04	0,03	0,05	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05	0,04	0,03	0,04	0,05	0,04	0,03	0,04	2									
pegar, trocar lima e pôr a picar 1ª face	0,06	0,05	0,08	0,07	0,05	0,04	0,04	0,07	0,05	0,04	0,04	0,06	0,07	0,06	0,04	0,06	0,07	0,06	3	24								
mudar de máquina	0,03	0,04	0,03	0,06	0,04	0,04	0,06	0,03	0,06	0,04	0,04	0,05	0,05	0,03	0,04	0,05	0,03	0,04	2									
pegar, trocar lima e pôr a picar 2ª face	0,02	0,03	0,07	0,02	0,02	0,07	0,02	0,02	0,02	0,07	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	2	25								
mudar de máquina	0,05	0,03	0,03	0,06	0,04	0,03	0,06	0,04	0,06	0,04	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04	2									
esmerilar ponta	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,03	2									
pousar lima na caixa	0,04	0,04	0,04	0,06	0,03	0,04	0,06	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	3									
Total / 2 limas (seg)															71,58	71,40	76,08	79,62	70,08	76,26	83,10	78,72	80,82	80,64	1,28	75	84	256
Total por unid/hora ideal															101	101	95	90	103	94	87	91	89	89		96		

C.2 Tempos calculados para as máquinas com base nos dados de C.1

Tempo de espera por hora(s)	Tempo de espera min/h	% actividade	% não activa
2928	48:48	19	81
2832	47:12	21	79
2160	36:00	40	60
3024	50:24	16	84
3024	50:24	16	84

C.3 Tempos de operações que geram desperdício

Nº	Descrição	Tempo total	Tempo Acumulado	Tempo médio/h	Percentagem	Nº de ocorrências Total	Nº de ocorrências / h								
1	Pequenas avarias	01:04:59	01:04:59	03:25	38%	11	0,6								
2	Drog	01:02:16	02:07:14	03:17	36%	46	2,4								
3	Diversos*	15:27	02:22:41	00:49	9%	6	0,3								
4	Chapa	10:17	02:32:58	00:32	6%	3	0,2								
5	Verificações	09:23	02:42:21	00:30	5%	38	2,0								
6	Limpeza	04:43	02:47:04	00:15	3%	14	0,7								
7	Cinzel	04:47	01:46:52	00:15	3%	2	0,1								
8	Microscópio	00:23	02:52:14	00:01	0%	1	0,1								
	Total	2:52:14		05:39	100,00%	121	6,4								
	Total de tempo/semana		3:45:48												
	Nº de horas observadas para os cálculos: 19h														
	Diversos*: Consumíveis														

Anexo D

D.1 Tabela de cargas do *standard work* da célula HFF2

SNA Europe		Célula Têmpera HFF2				
Suporte Tamanho	3	4	8	9	15	17
4"					73 segundos - 15 limas 740 limas / hora	
6"					66 segundos - 15 limas 818 limas / hora	57 segundos - 17 limas 1074 limas / hora
8"		46 segundos - 4 limas 313 limas / hora	63 segundos - 8 limas 457 limas / hora	55 segundos - 9 limas 589 limas / hora		
10"		49 segundos - 4 limas 294 limas / hora				
12"						
14"	73 segundos - 3 limas 148 limas / hora					

D.2 Tabela de cargas do *standard work* da célula MFF3

SNA Europe		Célula Têmpera MFF3				
Suporte Tamanho	5	6	7	8	9	11
5"						49 segundos - 11 limas 808 limas / hora
6"					55 segundos - 9 limas 589 limas / hora	49 segundos - 11 limas 808 limas / hora
7"						49 segundos - 11 limas 808 limas / hora
8"		72 segundos - 6 limas 300 limas / hora	51 segundos - 7 limas 494 limas / hora			
10"				85 segundos - 8 limas 339 limas / hora		
12"	76 segundos - 5 limas 237 limas / hora					

D.3 Tabela de cargas do *standard work* da célula HFF3

SNAEurope			Célula Têmpera HFF3	
Suporte Tamanho	9	11	15	18
4"				65 segundos - 18 limas 997 limas / hora
5"				65 segundos - 18 limas 997 limas / hora
6"			67 segundos - 15 limas 806 limas / hora	
7"				
8" Redonda	112 segundos - 9 limas 289 limas / hora			
8" Quadrada	173 segundos - 9 limas 187 limas / hora			

D4. Parâmetros de aquecimento para as células de têmpera

MFF2			HFF2			HFF3			MFF3		
Artigo	Pré-Aquec	Têmpera	Artigo	Pré-Aquec	Têmpera	Artigo	Pré-Aquec	Têmpera	Artigo	Pré-Aquec	Têmpera
110-10-3		805	148-6-3		896 / 900	230-8-1	730	880	160-10-1	730	835
100-10-1		805 / 795	100-6-3		866 / 880	186-4-2		894	192-6-2		890
210-10-3		830	342-8-2		885	160-8-1	750	880	202-85-2		895
210-8-2		835	143-10-1	825	887	11600802-3079	750	880	210-6-2		865 / 820
210-8-1		840 / 820	244006030		865	230-8-3	750	890	183-5-2		903
100-8-1		795	343-8-2		885	345-8-2		850	230-10-3		885 / 889
100-8-2		800/785	140-8-0	760	880/875	170-6-1		905	160-10-2	730	845
110-8-1		795	143-8-1		880	186-5-2	772	900	210-6-3		875
210-12-3		840	144-8-2	760	875				230-10-1		885
344-10-2		827	3-DBH-09-14		890				170-8-1		850
100-12-3		800	138-6-1		875				195-8-2		890
100-14-1		808/799	272-5-3		875				183-7-2	760	880
100-12-2		805	110-4-1		880				230-12-1		872
110-12-2		805	153-8-1	760	880				230-12-2		880
210-10-1		840	159-2-7		870				183-6-2		892
100-10-2		795	FM10BULK		885				210-6-1		830
344-8-2		820	3-DBH-15-14		900				183-8-2	760	880
210-14-1		840	210-4-3		880				170-8-2	760	880
			210-6-1		890						
			152-8-1	760	890						
			159-2-7		870						
			138-8-1		895						
			148-8-1		895						

Anexo E

E.1 Número de limas produzidas na picagem e têmpera na primeira semana analisada

	Picagem 04-11-13	Picagem 05-11-13	Picagem 06-11-13	Picagem 07-11-13	Picagem 08-11-13
Artigo	Limas				
183-192	843	505	880	843	983
152-153		628	116	397	483
170		50	27	181	176
190		414	638	1186	1796
rasp	67	238	205	434	190
slim taper 2	1715	2161	1421		
slim taper 1	2002	2214			
chata de moto serra	1575	2232	2155	412	
simples 12-14				430	327
simples 8-10	474	439	748	780	972
simples 6	626	620	255	357	430
fresada	160				
fresadas 1	35	9			
fresadas 2		150		160	188
meia cana 8-10	662	610	287	616	217
meia cana 4-6	280	68	402	401	491
redonda 6-14	344		682	1423	855
dupla 12-14	436			479	519
dupla 4-6	674	537	407	667	642
dupla 8-10	1086	939	495	1030	1168
quadrada					404
Total	10979	11814	8718	9796	9841
Tempera					
MFF2	1690	1700		1735	1115
HFF2	3330	5147	2738	2987	2368
MFF3	2947	3267	1751	4004	3111
HFF3	3678	1147	6478	2364	1723
Total	11645	11261	10967	11090	8317

E.2 Número de limas produzidas na picagem e têmpera na segunda semana analisada

	Picagem 11-11-13	Picagem 12-11-13	Picagem 13-11-13	Picagem 14-11-13	Picagem 15-11-13
Artigo	Limas	Limas	Limas	Limas	Limas
183-192	636	862	929	991	463
152-153			709	632	
170	178	198	105		58
190	605	196			
tri especial		41			
wasá					252
rasp	247	270	158	180	194
slim taper 2	1472	2051	2195	2197	2209
slim taper 1	2034	1324	2144	2054	2201
chata de moto serra			1657	2255	2105
simples 12-14	363	226			
simples 8-10	1021	955	728	617	598
simples 6	499	479	338	243	437
fresada		114			
fresadas 1		41			
fresadas 2	224	176	160	160	180
meia cana 8-10	702	650	702	580	627
meia cana 4-6	396	330	380	377	346
redonda 6-14	1306	1626	1776	1688	1296
dupla 12-14	551	561	518	527	
dupla 4-6	614	617	651	733	728
dupla 8-10	1148	1064	1002	970	936
quadrada	54	280			
dupla especial					
Total	12050	12061	14152	14204	12630
Tempera					
MFF2	2510	2473	1375	1760	1650
HFF2	4948	4919	3815	3316	4310
MFF3	2570	1782	3322	3252	2464
HFF3	1335	1349	5355	5258	3798
Total	11363	10523	13867	13586	12222

E.3 Número de limas produzidas na picagem e têmpera na terceira semana analisada

Picagem 18-11-13	Picagem 19-11-13	Picagem 20-11-13	Picagem 21-11-13	Picagem 21-11-13
Artigo	Limas	Limas	Limas	Limas
183-192	332	483	443	806
152-153				447
170				796
190				
tri especial	91	223	206	274
wasas	410	452	494	442
rasp	153	175	163	190
slim taper 2	1187	2182	2138	2361
slim taper 1	1933	1953	2097	1603
chata de moto serr	2405	2408	2404	2368
simples 12-14				
simples 8-10	564		566	750
simples 6	487	479	643	641
fresada				
fresadas 1	100			
fresadas 2	290	304	220	300
meia cana 8-10	731	642	413	361
meia cana 4-6	366	356	376	376
redonda 6-14	1386	765	826	971
dupla 12-14	365		560	490
dupla 4-6	586	452	522	649
dupla 8-10	1303	1187	882	879
quadrada		326		107
dupla especial				200
Total	12689	12387	12953	13768
Tempera				
MFF2	2280	1710	1560	1790
HFF2	1764	4678	1805	4249
MFF3	2621	2821	2663	3101
HFF3	6028	6072	1534	2236
Total	12693	15281	7562	11376

E.4 Número de limas produzidas na picagem e têmpera na quarta semana analisada

Picagem 25-11-13	Picagem 26-11-13	Picagem 27-11-13	Picagem 28-11-13	Picagem 29-11-13
Artigo	Limas	Limas	Limas	Limas
183-192	814	951	605	911
152-153	180			814
170			176	415
190				252
tri especial	260	182		185
wasas	280			
rasp		224	222	287
slim taper 2	2195	2200	2141	2198
slim taper 1	2205	2185	1532	2196
chata de moto serr	1448	1345	2071	2306
simples 12-14		565	592	163
simples 8-10	547	278	554	629
simples 6	659	483	696	685
simples				
fresada		18		
fresadas 1	45	136	110	
fresadas 2	214	130	72	95
meia cana 12-14			144	117
meia cana 8-10	629	697	479	650
meia cana 4-6		355	311	383
redonda 6-14	654	832		
dupla 12-14		131	480	520
dupla 4-6	402	633	584	626
dupla 8-10	812	740	915	996
quadrada		364		
dupla especial	115			
Total	11459	12449	11684	12832
Tempera				
MFF2	2038	1515	1506	1912
HFF2	4053	4712	4659	4179
MFF3	1897	1452	973	2654
HFF3	7986	1767	1715	7436
Total	15974	9446	8853	16181

Anexo F

F.1 Quadro de melhoria contínua

P19 e P30 Sugestões em desenvolvimento		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> <div> <div style="width: 10%; background-color: red;"></div> </div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="width: 50%; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 50%; background-color: green;"></div> </</div></div>		

F.3 Exemplo da ficha que os responsáveis preenchem com base na análise do custo, dificuldade de implementação, benefício e duração da sugestão proposta

Nº da sugestão de melhoria: _____ Responsável que analisa: _____ Célula: _____ Descrição: _____					
Análise: Custo: ____ Implementação: ____ Benefício: ____ Tempo estimado: ____ <div style="text-align: right;">Total: ____</div>	Modo de execução: _____				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Custo 1- muito alto 2- alto 3- aceitável 4- baixo 5- muito baixo </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Implementação 1- muito difícil 2- difícil 3- aceitável 4- fácil 5- muito fácil </td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Benefício 1- muito pouco 2- pouco 3- aceitável 4- alto 5- muito alto </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Tempo em dias: 1- >30 2- <30 e > 15 3- <15 e > 8 4- <8 e > 1 5- 1 ou menos </td> </tr> </table>		Custo 1- muito alto 2- alto 3- aceitável 4- baixo 5- muito baixo	Implementação 1- muito difícil 2- difícil 3- aceitável 4- fácil 5- muito fácil	Benefício 1- muito pouco 2- pouco 3- aceitável 4- alto 5- muito alto	Tempo em dias: 1- >30 2- <30 e > 15 3- <15 e > 8 4- <8 e > 1 5- 1 ou menos
Custo 1- muito alto 2- alto 3- aceitável 4- baixo 5- muito baixo	Implementação 1- muito difícil 2- difícil 3- aceitável 4- fácil 5- muito fácil				
Benefício 1- muito pouco 2- pouco 3- aceitável 4- alto 5- muito alto	Tempo em dias: 1- >30 2- <30 e > 15 3- <15 e > 8 4- <8 e > 1 5- 1 ou menos				
Resultados: Entre 16 e 20 – implementar rapidamente Entre 11 e 15 – implementar após as de cotação superior estarem implementadas Entre 6 e 10 – analisar custo/benefício Até 6 – não implementar					